Typologiebildung und Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens – ein Multimethodenansatz unter Verwendung der Optimal Matching Technik

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor - Ingenieur

an der Fakultät Bauingenieurwesen

der

Bauhaus-Universität Weimar

vorgelegt von

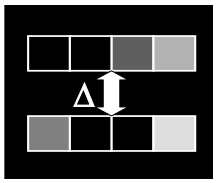
Martin Berger

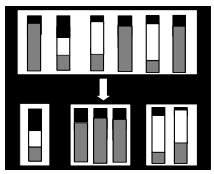
aus Neustadt / Weinstraße

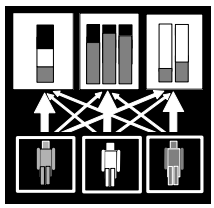
Weimar 2004

Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ulrich Brannolte
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus J. Beckmann
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckhard Kutter

Tag der Disputation: 04.10.2004







Typologiebildung und Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens – ein Multimethodenansatz unter Verwendung der Optimal Matching Technik

Martin Berger

KURZFASSUNG

Vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Wandels sieht sich die Verkehrsforschung mit neuen Anforderungen an die Konzeption, Anpassung, Anwendung usw. von statistischen Ansätzen zur Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens konfrontiert, um auf Basis empirischer Daten adäquat Zusammenhänge der Verkehrsentstehung zu erforschen. Ausgehend von der musterorientierten Perspektive - das heißt Untersuchungsgegenstand sind chronologische Abfolgen von Ortsveränderungen und Tätigkeiten in Form von Wege-Aktivitätenmustern - besteht das Ziel einer möglichst realitätsnahen Abbildung und Erklärung von individuellen Unterschieden im Raum-Zeit-Verhalten. Neu bzw. kaum etabliert sind in diesem Kontext der eigens konzipierte Multimethodenansatz sowie die Optimal Matching Technik, die erweiterte Abbildungseigenschaften zur Distanzmessung zwischen Wege-Aktivitätenmustern aufweist. Erkannt werden durch jene Methode gleiche Tätigkeiten bzw. Ortsveränderungen, die zeitlich an unterschiedlichen Stellen der zu vergleichenden Muster angeordnet sind („Zustandselementkomposition“) sowie identische Subsequenzen („Abfolgeähnlichkeit“).

Zielführend in der Datenanalyse ist nachstehende Abfolge von Verfahren (Multimethodenansatz):

- Die Klassifikation von Wege-Aktivitätenmustern zur Reduktionen deren immenser Komplexität gelingt durch Einsatz der Optimal Matching Technik. Diese quantifiziert (Un-)ähnlichkeiten zwischen Wege-Aktivitätenmustern („Abstandsmessung“) unterschiedlicher Personen (interpersonell) oder zu vergleichender Zeitabschnitte einer Person (intrapersonell). Die dadurch berechnete Distanzmatrix bildet den Ausgangspunkt des clusteranalytischen Fusionsalgorithmus, dessen Aufgabe die Zusammenfassung der Wege-Aktivitätenmuster ist (explorative Stufe).
- Die Anwendung eines multinomialen Logit-Modells ermöglicht auf Individualebene die Vorhersage der Affinität zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen anhand von Merkmalswerten identifizierter Erklärungsgrößen der Personen, des Haushaltes usw. (induktive Stufe).

Im Gegensatz zu einschlägigen Forschungsarbeiten zeichnet sich die gewählte Untersuchungsstrategie durch die Objektivität des Vorgehens aus, da eine a-priori Bildung von Personenkategorien nicht notwendig ist. Ebenso grenzt die Berücksichtigung der zufälligen und nicht-erklärbaren Verhaltensvariabilität durch das Wahrscheinlichkeitsprinzip des gewählten Logit-Modells das eigene Vorgehen von anderen Untersuchungen ab.

Aufgrund der weitgehend ungeklärten Anwendungsgrundlagen der Optimal Matching Technik befasst sich die vorliegende Arbeit zunächst mit dessen inhaltlicher Ausrichtung am Untersuchungsgegenstand. Die Anpassung der festzulegenden Aufwandswerte, welche für die benötigten Aktionen angesetzt werden, um ein Wege-Aktivitätenmuster in ein anderes zu transformieren, erfolgt mit Hilfe einer empirisch Abschätzung, die weit über ein argumentatives Vorgehen hinausgeht. Der ermittelte Sequenzabstand inkludiert dabei die operationsspezifische Distanz bei Übergängen zwischen den konstituierenden Zuständen der zu vergleichenden Wege-Aktivitätenmuster („Zustandsähnlichkeit“). Abstandsmaß für die qualitativen Zustände ist dabei die

ermittelte Priorität von wege- und tätigkeitenbezogenen Handlungen. Die Relevanz einer Ausrichtung belegt auch die durchgeführte Sensitivitätsanalyse: Das Ausmaß der Empfindlichkeit der Optimal Matching Technik ist insbesondere gegenüber der Festlegung der Aufwandswerte beträchtlich.

Um die Analysepotenziale des Multimethodenansatzes zu demonstrieren, werden exemplarisch interpersonelle Unterschiede im wöchentlichen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens (Datenbasis: deutsches Mobilitätspanel) analysiert.

- Ergebnis der Klassifikation (explorative Analysestufe) ist eine auf den ersten Blick inhaltlich stichhaltige Wege-Aktivitätenmuster-Typologie charakteristischer Wochenabläufe des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens: Unterschiedliche Arten, zeitlicher Umfang und zeitliche Lage der Haupt-aktivitäten, unterschiedliche Verkehrsverhaltensweisen sowie unterschiedliche clusterspezifische Tag zu Tag Rhythmen, Gleichförmigkeiten, Schwankungen usw. des Raum-Zeit-Verhaltens kennzeichnen die Wege-Aktivitätenmuster-Typen. Die Abbildungs-eigenschaften der Optimal-Matching Technik zeichnen sich in den erstellten Clustern nur teilweise ab: Während die Zustandselementkomposition - augenscheinlich betrachtet - passabel durch die Wege-Aktivitätenmuster-Typologie abgebildet wird, bleibt ungewiss, ob und inwieweit dies für die Abfolgeähnlichkeit gilt.
- Aus dem induktiven Analyseschritt geht hervor: Alter, Geschlecht, Verfügbarkeit einer ÖPNV-Zeitkarte, Führerscheinbesitz und mit herausragender Bedeutung der Erwerbsstatus signalisieren als maßgebende Erklärungsgrößen eine Trennwirkung. Überdies zeigt das Gesamtbild der ermittelten Wirkungsrichtungen und Effektstärken überzeugende Erklärungszusammenhänge auf.

Damit ist ein Nachweis der Praktikabilität des eigens konzipierten Multimethodenansatzes unter Verwendung der Optimal Matching Technik zur musterorientierten Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens erbracht.

ABSTRACT

Social change is reflected in more and more complex individual travel-activity behaviour, which can be represented as travel-activity patterns. The analytical classification of travel activty-pattern into groups and the description of the travel activty-pattern types is an important issue to travel-activty behaviour analysis for a long time. A realistic measure between individual travel-activity patterns is the basis for the analysis and the description of differences in travel-activity behaviour. In the centre of the multi-method-approach stands the practical application of the so-called Optimal Matching Technique. This approach is adapted, tested and applied. This method involves the element composition - identical activities and trips in both travel-activity patterns, which are arranged in different positions - and the element order - the identical order of activities and trips in both travel-activity patterns.

The multi-method approach contains the following basic components:

- Classification of the travel-activity pattern: Statistical analysis starts with the most important point: the application of the Optimal Matching Technique. This sequence alignment method quantifies dissimilarities between travel-activity patterns in the form of distances. While conventional distance measures for sequences compare only elements of the same position, the Optimal Matching Technique extends the ability to measure the degree of differences between sequences. The result of the application of the Optimal Matching Technique is a symmetrical distance matrix, in which dissimilarity scores for the travel-activity patterns pairs are specified. As a second step, the purpose of the application of the cluster analysis is to classify the travel-activity pattern based on the calculated distance matrix of the Optimal Matching Technique

- Description of the travel-activity pattern types: The identification of variables, which explain the affinity to a travel-activity pattern type as independent variables, forms the main function of the last methodological step. For this problem, the use of a multinomial logit model is appropriate, because this method allows a determination of influences of different explanatory variables on a dependent, categorial variable. The explanatory model results in statements of probability for a person with personal, household and spatial characteristics to realize travel-activity pattern types.

The multi-method approach is characterised by a direct strategy, which guarantees a high level of objectivity. Further on a probabilistic causal relation between person type and travel-activity pattern type is appropriate on the background of social change.

The statistical methods for cluster analysis and the logit model are “state of the practice”. Only the new method Optimal Matching Technique will be described closer. For the application of the Optimal Matching Technique a priori assumptions must be made for the ”cost” of the transformation operation, which is a key issue of the method. The criteria of priority is introduced as a measure for states and changes in states for activities and trips. Testing the sensitivity of the

results of the Optimal Matching Technique depends on the definition of “cost”. It can be concluded that there is a strong influence on travel-activity pattern distances.

The multi-method approach is applied in an exemplary manner both to classify weekly travel-activity pattern and to describe the travel-activity pattern types. The empirical data-base is the German Mobility Panel (MOP).

- The classification results in a seven cluster solution of weekly travel-activity pattern types, which can be interpreted in a plausible way. It can be shown, that the approach of comparing activity-travel pattern based on the Optimal Matching Technique captures the element composition. It remains uncertain if and how far this succeeds to the element order.

- The seven travel-activity pattern types can be described in terms of sociodemographic characteristics ("age", “gender” and "status of employment"), “driving licence” and “discount public transport”).

There is evidence that the multi-method-approach under application of the Optimal Matching Technique is a useful tool to analyse travel-activity behaviour.

Inhaltsverzeichnis		I
Abbildungsverzeichnis		VI
Tabellenverzeichnis		IX
Abkürzungsverzeichnis		XII

■■■■■ Einleitung

1	**AUSGANGSLAGE UND LÖSUNGSANSÄTZE**	**1**
1.1	Problemstellung und Zielsetzung	1
1.1.1	Hintergrund	1
1.1.2	Zielstellung	3
1.2	Aufbau der Arbeit	7

□■■■■ Grundlagen

2	**KONZEPTIONELLER RAHMEN DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTENS**	**9**
2.1	Die aktivitätenorientierte Sichtweise als Fundament der Verkehrsforschung	9
2.2	Grundansatz eines theoretischen Modells zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens	14
2.2.1	Ebenen	15
2.2.2	Elemente	15
2.2.3	Verbindungen zwischen den Elementen	25
2.2.4	Veränderungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten	30
2.2.5	Dynamisierung von Prozessen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens	31
2.3	Fazit	32

3	**METHODOLGIE EMPIRISCHER ANALYSEN DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)-VERHALTENS: SYSTEMATIK ZUM STAND DER FORSCHUNG**	**35**
3.1	Einleitung	35
3.2	Globale Systematik	35
3.2.1	Kriterien zur Einordnung der Untersuchungsansätze	35
3.2.2	Beschreibung der Untersuchungsansätze	39
3.2.3	Diskussion	40
3.3	Spezielle Systematik: musterorientierte Multimethodenansätze	42
3.3.1	Kriterien zur Einordnung der musterorientierten Multimethodenansätze	42
3.3.2	Beschreibung musterorientierter Multimethodenansätze	47
3.3.3	Diskussion und vergleichende Bewertung musterorientierter Multimethodenansätze	48
3.3.3.1	Ziele	49
3.3.3.2	Bewertungen	52
3.4	Fazit	55

4	**KONZEPTION EINES MUSTERORIENTIERTEN MULTIMETHODENANSATZES ZUR ANALYSE DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTENS**	**57**
4.1	Einleitung	57
4.2	Struktur des Multimethodenansatzes	57
4.3	Konzeptioneller Rahmen	58
4.4	Optimal Matching Technik	64
4.4.1	Grundlagen	65
4.4.2	Vorgehensweise	66
4.4.3	Definition der Transformationsaufwandswerte	67
4.4.4	Berechnung der Sequenzdistanzen mit der Optimal Matching Technik	71
Exkurs I:	Abbildungsprinzipien von Sequenzabständen	73
4.5	Stand der Forschung: Anwendung der Optimal Matching Technik zur Analyse von Wege-Aktivitätenmustern	75
4.5.1	Beschreibung der Ansätze zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern mit Hilfe der Optimal Matching Technik	76
4.5.2	Diskussion und Bewertung der Ansätze zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern mit Hilfe der Optimal Matching Technik	78
4.5.3	Fazit	82
4.6	Clusteranalyse	83
4.6.1	Grundlagen	83
4.6.2	Vorgehensweise	83
4.7	Multinomiale Logit-Analyse	84
4.7.1	Grundlagen	85
4.7.2	Vorgehensweise	85

5	**AUSRICHTUNG DER OPTIMAL MATCHING TECHNIK AM AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTEN: EINE EMPIRISCHE ANNÄHERUNG**	**87**
5.1	Einleitung	87
5.2	Konzeptioneller Rahmen: Varianten der Operationalisierung der Wichtigkeit von aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen	89
5.3	Stand der Wissenschaft: Befunde zur Wichtigkeit aktivitäten- bzw.ortsveränderungsbezogenen Handlungen	91
5.3.1	Qualitative Zusammenhänge zur Wichtigkeit von realisierten Handlungen	91
5.3.2	Qualitative Zusammenhänge zur Wichtigkeit von Zeitplanungsvorgängen	94
5.3.3	Zwischenfazit	95
5.4	Empirische Ausrichtung der Optimal Matching Technik am Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten	97
5.4.1	Untersuchungskonzept	97
5.4.2	Datengewinnung	97
5.4.3	Datenbearbeitung	103
5.4.4	Datenanalyse	106
5.4.5	Ergebnisse der Datenanalyse	108
5.4.5.1	Grunddaten der durchgeführten Erhebung	108
5.4.5.2	Identifikation von Segmentzuständen ähnlicher Priorität - Ableitung der Trans-formationsaufwandswerte	111
5.4.6	Ermittlung zustandsabhängiger Transformationsaufwandswerte der Optimal Matching Technik	117
5.5	Fazit	118

6	**SENSITIVITÄTSANALYSE OPTIMAL MATCHING TECHNIK**	**121**
6.1	Einleitung	121
6.2	Untersuchungsstrategie	121
6.2.1	Variation der Darstellungsweisen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster	122
6.2.2	Variation der Transformationsaufwandswerte	124
6.2.3	Vergleichsfälle der Sensitivitätsanalyse	126
Exkurs II:	Datengrundlage deutscher Mobilitätspanel (MOP)	127
6.2.4	Ermittlung von Sequenzdistanzen mit der Optimal Matching Technik	128
6.2.5	Lineare Korrelationsanalyse	129
6.3	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse	130
6.3.1	Effekte unterschiedlicher Darstellungsweisen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster	130
6.3.2	Effekte der Transformationsaufwandswerte	133
6.4	Fazit und Anwendungshinweise	1354

7	**ANWENDUNG DES MULTIMETHODENANSATZES: BILDUNG UND ERKLÄRUNG EINER WEGE-AKTIVITÄTENMUSTER-TYPOLOGIE AUF WOCHENBASIS**	**139**
7.1	Einleitung	139
7.2	Konzeptioneller Rahmen	139
7.3	Datenorganisation	140
7.4	Explorative Analysestufe - Ableitung der Wege-Aktivitätenmustertypologie für interpersonelle Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf Wochenbasis	141
7.4.1	Vorbereitung der Datenanalyse	141
7.4.2	Durchführung der explorativen Datenanalyse	142
7.4.3	Vergleichende Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie	144
7.4.3.1	Grundlagen	144
7.4.3.2	Kenngrößen und Validität der Clusterlösung	146
7.4.3.3	Darstellungsstrategie	147
7.4.3.4	Wege-Aktivitätsprofile auf verschiedenen Zeitebenen	148
7.4.3.5	Intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität auf Clusterbasis	154
7.4.3.6	Kenngrößen des Verkehrsverhaltens	161
7.4.3.7	Einordnung der Wege-Aktivitätemuster-Typologie in den wissenschaftlichen Kontext	169
7.5	Induktive Analysestufe - Erklärung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie	171
7.5.1	Vorbereitung der induktiven Datenanalyse	171
7.5.2	Durchführung der induktiven Datenanalyse	172
7.5.3	Identifikation von Erklärungsgrößen und Analyse der Effekte der Merkmalsausprägungen diskriminierender Prädiktoren	172
7.5.3.1	Spezifizierung des Modells	172
7.5.3.2	Schätzung des Modells	173
7.5.3.3	Beurteilung des Modells	173
7.5.3.4	Interpretation der Modelleffekte	176
7.5.3.5	Darstellung der Modelleffekte	178
7.5.3.6	Einordnung der identifizierten Determinanten der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie in den wissenschaftlichen Kontext	182
Exkurs III:	Identifikation signifikanter Trennmerkmale für Wege-Aktivitätenmuster-Typologien unterschiedlicher Makro-zeitabschnitte	183
7.6	Diskussion und Fazit	185

■■■■□ Fazit und Ausblick

8	**SCHLUSSFOLGERUNGEN**	**191**
8.1	Untersuchungsansatz: Diskussion und Ausblick	191
8.1.1	Inhaltliche Aspekte	189
8.1.2	Methodische Aspekte	190
8.2	Perspektiven für weiterführende Forschungsarbeiten	201
8.2.1	Konzeption eines segmentorientierten Untersuchungsansatzes des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens	202
8.2.2	Konzeption eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung	203

■■■■■ **Literaturverzeichnis** 209

■■■■■ Anhang

ANHANG A	Glossar
ANHANG B	Notation
ANHANG C	Beispiel Abbildungseigenschaften Optimal Matching Technik
ANHANG D-I	Leitfaden CHASE Erhebung
ANHANG D-II	Struktur Teilnehmer
ANHANG E	Aufwandswertematrizen
ANHANG F	Dokumentation Berechnungstool **OM**
ANHANG G	Kenngrößen der Wege-Aktivitätenmuster-Typen
ANHANG H-I	potenzielle Erklärungsgrößen
ANHANG H-II	Screening relevanter Erklärungsgrößen
ANHANG H-III	Ergebnisse der Logit-Analyse
ANHANG H-IV	Ergebnisse der Logit-Analyse (Chancenverhältnisse)

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1:	Zuwachs an Komplexität und Heterogenität im Aktivitäten-(Verkehrs-)-Verhalten	2
Abbildung 1-2:	Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik	5
Abbildung 1-3:	Strukturierung der Arbeit in Analyseebenen	7
Abbildung 1-4:	Aufbau der vorliegenden Arbeit	8
Abbildung 2-1:	Schwerpunktbildung aktivitätenorientierter Forschung im Zeitverlauf	13
Abbildung 2-2:	theoretisches Grundmodell zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens	14
Abbildung 2-3:	Darstellungsweise eines Wege-Aktivitätenmusters (zustandsorientierte Schreibweise)	22
Abbildung 2-4:	Darstellungsweisen von Wege-Aktivitätenmustern in Sequenzform	23
Abbildung 2-5:	Interdependenzen und Dependenzen von Entscheidungen bei aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlungen	24
Abbildung 2-6:	Modellvorstellung der individuellen Handlungsabfolge Zeitplanung, Realisierung und Bewertung	28
Abbildung 2-7:	Endogene und exogene Veränderungen	30
Abbildung 2-8:	angepasste und induzierte Dynamik von Prozessen aktivitäten- und ortsveränderungsbezogener Handlungen	31
Abbildung 3-1:	Klassifikationsschema Untersuchungsansätze des Raum-Zeit-Verhaltens (globale Systematik)	36
Abbildung 3-2:	Wege-Aktivitätenmustertypologie und Wege-Aktivtätenmustertyp	37
Abbildung 3-3:	Klassifikationsschema musterorientierter Untersuchungsansätze des Raum-Zeit-Verhaltens (spezielle Systematik)	43
Abbildung 3-4:	Untersuchungsstrategien	44
Abbildung 3-5:	Kausalprinzipien	45
Abbildung 3-6:	Abstände ((Un-)ähnlichkeiten) zwischen verschiedenen Tätigkeiten- bzw. ortsveränderbezogenen Handlung	46
Abbildung 4-1:	Multimethodenansatz zur Abbildung und Erklärung von Unterschieden zwischen Wege-Aktivitätenmustern	58
Abbildung 4-2:	konzeptioneller Rahmen des Multimethodenansatzes	59
Abbildung 4-3:	Beispiel für die Unterscheidung gemeinsamer und solitärer Elemente	64
Abbildung 4-4:	Ablaufschritte der Sequenzdistanzbestimmung mit Hilfe der Optimal Matching Technik	67
Abbildung 4-5:	operationsspezifische Festlegung der Aufwandswerte	69
Abbildung 4-6:	iterative Matrixprozedur zur Ermittlung der Levensthein Distanz	72
Abbildung 4-7:	Ablaufschritte des clusteranalytischen Verfahrens	83
Abbildung 4-8:	Ablaufschritte der Logit-Analyse	86

Abbildung 5-1:	Bildung von Segmentzuständen aktivitäten- bzw. ortsveränderungs-bezogener Handlungen (Beispiel)	89
Abbildung 5-2:	Untersuchungsstrategie der empirischen Ausrichtung der Optimal Matching Technik	97
Abbildung 5-3:	Bewertung von Zeitplanungsvorgängen und realisierten ortsveränderungs- bzw. aktivitätenbezogenen Handlungen	100
Abbildung 5-4:	relative Häufigkeit von Zeitplanungsvorgängen (Anzahl n= 878)	109
Abbildung 5-5:	quantitative Hierarchie der Priorität aktivitäten- bzw. ortsveränderungs-bezogener Handlungen auf der Basis von Segmentzuständen	118
Abbildung 6-1:	Untersuchungsstrategie der Sensitivitätsanalyse	121
Abbildung 6-2:	Alternativen zur Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster	122
Abbildung 6-3:	Vergleichsschema der Sensitivitätsanalyse	126
Abbildung 6-4:	Arbeitsschritte der Datenaufbereitung zur Erzeugung von Wege-Aktivitätenmustern in Intervallreihenschreibweise	129
Abbildung 7-1:	Dendrogramm der Clusteranalyse in qualitativer Darstellungsform über die letzten Fusionsstufen	144
Abbildung 7-2:	Ausschnitt aus dem Struktogramm der Clusteranalyse	144
Abbildung 7-3:	Zeitverwendung nach Clustern über die Woche	149
Abbildung 7-4:	clusterspezifische Abweichungen der Zeitverwendung für Aktivitäten und Ortsveränderungen (Cluster S_1 und S_7)	150
Abbildung 7-5:	clusterspezifische Abweichungen der Zeitverwendung für Aktivitäten und Ortsveränderungen (Cluster S_2, S_3, S_4, S_5 und S_6)	150
Abbildung 7-6:	Zeitverwendung nach Clustern je Tag im Wochenverlauf	153
Abbildung 7-7:	Wege-Aktivitätsprofil S_1 („disponible Tätigkeiten“)	154
Abbildung 7-8:	Wege-Aktivitätsprofil S_2 („Mehrarbeit“)	154
Abbildung 7-9:	Wege-Aktivitätsprofil S_3 („Normalarbeit“)	155
Abbildung 7-10:	Wege-Aktivitätsprofil S_4 („Teilzeitarbeit“)	155
Abbildung 7-11:	Wege-Aktivitätsprofil S_5 („sporadische Arbeit“)	156
Abbildung 7-12:	Wege-Aktivitätsprofil S_6 („flexible Nacht-, Schicht- und Wochenendarbeit“)	156
Abbildung 7-13:	Wege-Aktivitätsprofil S_7 („Ausbildung“)	157
Abbildung 7-14:	Untersuchungsstrategien zur Analyse der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität	160
Abbildung 7-15:	mittlere Sequenzabstände je Cluster sowie aller Fälle im intrapersonellen Tag zu Tag Vergleich	161
Abbildung 7-16:	clusterspezifische Abweichungen in den Verkehrsverhaltensweisen (Cluster S_2, S_3, S_4 und S_5)	162

Abbildung 7-17:	clusterspezifische Abweichungen in den Verkehrsverhaltensweisen der (Cluster S_1, S_6 und S_7)	162
Abbildung 7-18:	mittlerer Außer-Haus-Anteil pro Tag im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle	163
Abbildung 7-19	wegebezogene Verkehrsmittelnutzung im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle	165
Abbildung 7-20	mittlere Ortsveränderungszahl pro Tag und Fall im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle	166
Abbildung 7-21	mittlere Reiseweite pro Tag und Fall im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle	167
Abbildung 7-22	Verknüpfungen der Modellgrößen der Logit-Analyse	177
Abbildung 7-23	inhaltliche Abgrenzung der Cluster anhand Art, Umfang und zeitlicher Lage der Hauptaktivität	186
Abbildung 8-1:	Entwicklungspfad der Bildung und Erklärung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien	200
Abbildung 8-2:	segmentorientierte Analysestrategie des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens	203
Abbildung 8-3:	Grobansatz eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung	206

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1:	Einordnung der Relevanz von Aspekten der aktivitätenorientierten Perspektive für die vorliegende Arbeit	14
Tabelle 2-2:	Einflussfelder und Indikatoren der (verkehrs-)infrastrukturell-räumlichen Umwelt	15
Tabelle 2-3:	Einflussfelder und Indikatoren der institutionell-kulturellen Umwelt	16
Tabelle 2-4:	Einflussfelder und Indikatoren der Person und des Haushaltes	18
Tabelle 2-5:	Merkmale von Aktivitäten und Ortsveränderungen	20
Tabelle 2-6:	dynamische Einflussfelder und Indikatoren der zeitlichen Facette des Raum-Zeit-Verhaltens	25
Tabelle 2-7:	Komponenten der Dynamik bei verschiedenen Einflussfeldern	32
Tabelle 3-1:	Anwendungsfelder strukturen-prüfender Verfahren	39
Tabelle 3-2:	Vergleich empirischer Untersuchungsansätze zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten	40
Tabelle 3-3:	Vergleich musterorientierter Ansätze zur Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens im interpersonellen Kontext	47
Tabelle 3-4:	identifizierte bzw. berücksichtigte Erklärungsgrößen und Anzahl der Wege-Aktivitätenmuster-Typen	48
Tabelle 3-5:	Gegenüberstellung ausgewählter musterorientierter Untersuchungsansätze des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens	52
Tabelle 4-1:	Varianten zur Bestimmung des Zustandsabstandes $\Delta(z,\check{z})$ bzw. des operationsspezifischen Zustandsabstandes $\Delta(z,\check{z},\omega)$	68
Tabelle 4-2:	Effekte des Größenverhältnisses zwischen Sub- und Indelaufwands-werten	71
Tabelle 4-3:	Vergleich der Abbildungsprinzipien geometrischer und biologischer Distanzen	74
Tabelle 4-4:	Abbildungsprinzip des Sequenzvergleichsmaßes bei musterorientierten Analysen	75
Tabelle 4-5	Forschungsbeiträge zur Anwendung von Sequenzvergleichsverfahren mit biologischem Abbildungsprinzip von (Un-)ähnlichkeiten in der Verkehrsforschung	78
Tabelle 4-6:	Gegenüberstellung ausgewählter Untersuchungsansätze zur Sequenzvergleichsanalyse auf Basis der Optimal Matching Technik	81
Tabelle 5-1:	Komplexitätsstufen der Priorität P_{overt} bzw. P_{covert} von aktivitäten- und ortsveränderungsbezogenen Handlungen	91
Tabelle 5-2:	Literatursynthese zur Priorität overter und coverter Handlungen: Identifikation bedeutsamer Merkmale und Analyse qualitativer Effekte der Merkmalsausprägungen	96

Tabelle 5-3:	Vergleich Stichprobe und Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland in Bezug auf die Ausprägungen ausgewählter Personenmerkmale	101
Tabelle 5-4:	Einschätzung zur Güte der Messungen	102
Tabelle 5-5:	Eingrenzung und Auswahl potenzieller Merkmale zur Erklärung der Priorität coverter bzw. overter Handlungen	104
Tabelle 5-6:	Zielgrößen und potenzielle Trennmerkmale mit den jeweiligen Ausprägungen	105
Tabelle 5-7:	Begründung der Vorgehensweise zur Ableitung der Transformationsaufwandswerte	107
Tabelle 5-8:	Kenngrößen des Verkehrsverhaltens der eigenen Erhebung im Vergleich zu anderen verhaltensbezogenen Befragungen zum Personenverkehr	109
Tabelle 5-9:	Häufigkeitsverteilung und arithmetisches Mittel der subjektiven Bewertung von realisierten Handlungen und Zeitplanungsvorgängen	110
Tabelle 5-10:	Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Aktivitäten)	112
Tabelle 5-11:	Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Ortsveränderungen)	112
Tabelle 5-12:	Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Weg-Aktivitäts-Folgen)	112
Tabelle 5-13:	Segmentzustände des Merkmals Aktivitätstyp	113
Tabelle 5-14:	Segmentzustände des Merkmals Fortbewegungsart	114
Tabelle 5-15:	Segmentzustände der Merkmale Aktivitätstyp und Verkehrsmitteltyp	115
Tabelle 5-16:	Segmentzustände des Merkmals Aktivitätstyp	115
Tabelle 5-17:	Segmentzustände des Merkmals Verkehrsmittels	116
Tabelle 5-18:	Segmentzustande der Merkmale Aktivitätstyp und Verkehrsmittel	117
Tabelle 6-1:	Definition verschiedener Zustandsräume durch Ausprägungen der Merkmale Fortbewegungsart und Aktivitätstyp	123
Tabelle 6-2:	Festlegung von Variationsfällen durch Definition zustandsunabhängiger Aufwandswerte	125
Tabelle 6-3:	Bewertung des linearen Zusammenhangs auf der Grundlage des Korrelationskoeffizienten r	130
Tabelle 6-4:	Korrelationskoeffizienten r für die Variation der Zustandsräume $Z(\mathbf{y}^{x})$	130
Tabelle 6-5:	Korrelationskoeffizienten r für die Variation des Zeitrasters Δt	132
Tabelle 6-6:	Korrelationskoeffizienten r für die Variation der Transformations-aufwandswerte C_{ω}	134
Tabelle 6-7:	Sensitivität der berechneten Distanzen der Optimal Matching Technik gegenüber den Veränderungen der Vorannahmen	136
Tabelle 7-1:	Eingrenzung der gewählten Clusterlösung	143
Tabelle 7-2:	Information zur Clusterlösung	147
Tabelle 7-3:	Kenngrößen und Betrachtungszeitebenen der Darstellung	148

Tabelle 7-4:	Kenngröße Tagesaktivitätsketten auf Wochenbasis je Cluster und für alle Fälle	169
Tabelle 7-5:	Auswahl signifikanter Prädiktoren zur Erklärung der Affinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen	173
Tabelle 7-6:	Klassifikationsmatrix	174
Tabelle 7-7:	Ergebnisse zur Modellgüte (Gesamtmodell und einzelne Erklärungsgrößen)	176
Tabelle 7-8:	Zuordnungshierarchie der Wege-Aktivitätenmuster-Typen in Abhängigkeit der Alternativkategorie identifizierter Erklärungsgrößen	179
Tabelle 7-9:	identifizierte Erklärungsgrößen von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes	184
Tabelle 7-10:	Einhaltung der Gütekriterien der Typologie	185
Tabelle 7-12:	Eimschätzung der Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik anhand des Fallbeispiels	187
Tabelle 7-12:	Zuordnungsaffinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen auf Wochenbasis in Abhängigkeit von Merkmalsausprägungen der Person	189
Tabelle 8-1:	Einordnung und Bewertung des eigenen musterorientierten Multimethodenansatzes	201

ABKÜRZUNGSVERVERZEICHNIS

A	**A**ktivität
add	Einfügen
Arb	**Arb**eiten / dienstlich
BMV	**B**undes**m**inisterium für **V**erkehr
BMVBW	**B**undes**m**inisterium für **V**erkehr, **B**au- und **W**ohnungswesen
CHASE	**C**omputerized **H**ousehold **A**ctivity **S**cheduling **E**lictor
CHAID	**Ch**i-squared **A**utomatic **I**nteraction **D**etector
CADAC	**C**omputer-**a**ssisted **da**ta **c**ollection
CASI	**C**omputer-**a**ssisted **s**elf-**i**nterviewing
del	Löschen
E	**E**infüsse
Ek	**E**in**k**aufen / Service
f	Vergleichs**f**älle
F	zu **F**uß
Frei	**Fre**izeit
HAR	**H**ausfrau, **A**rbeitslose, **R**entner
GIS	**G**eographisches **I**nformations-**S**ystem
I	**I**ndividuum, Person
indel	Einfügen-Löschen
MCS	**M**onte-**C**arlo **S**imulation
MNL	**M**ulti**n**ominale **L**ogit-Analyse
MOP	**D**eutsches **M**obilitäts**p**anel
MIV-S	**m**otorisierter **I**ndividual**v**erkehr (Selbstfahrer)
MIV-M	**m**otorisierter **I**ndividual**v**erkehr (Mitfahrer)
S	**S**ituation
sub	Hinzufügen
P	**P**riorität
Pk	**P**ersonen**k**ategorie
ÖV	**Ö**ffentlicher **V**erkehr
OM	Analysewerkzeug **O**ptimal **M**atching
KONTIV	**Konti**nuierliche Befragung zum **V**erkehrsverhalten
R	Fahr**r**ad
W	**W**eg bzw. Ortsveränderung
WA	**W**eg-**A**ktivitäts-Folge
U	**U**mwelt
Y	aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogene Handlung

1 AUSGANGSLAGE UND LÖSUNGSANSÄTZE

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

1.1.1 Hintergrund

Prozesse des gesellschaftlichen Wandels beeinflussen die individuelle Alltagsorganisation von Tätigkeiten[1] und Ortsveränderungen und damit letztendlich die Entstehung von Verkehr. Zu den untereinander verwobenen Entwicklungstrends, die Handlungsmöglichkeiten von Personen bestimmen, zählen u. a.

- die Flexibilisierung der Zeitstrukturen (Verlängerung der Ladenöffnungszeiten, Auflösung der Normalarbeitszeit, neue Organisationsformen der Arbeit usw. [vgl. u. a. Hilscher 2000, Garhammer 2001, Eberling 2002]),
- die Veränderung der Sozial- und Wirtschaftsverhältnisse (Änderungen der Beschäftigungsstrukturen („Dienstleistungsgesellschaft") [vgl. u. a. Leutzbach 2000], neue Technologien, steigende Erwerbsquoten bei Frauen usw. [vgl. u. a. Breckner 2002]) usw. und
- der Umbau räumlicher und verkehrlicher Strukturen (Sub-, Desub- und Reurbanisierung der Agglomerationen, Hierarchisierung des Städtesystems [vgl. u. a. Häußermann et al. 1995, Schmitz 2001], neue Verkehrs- und Kommunikationssysteme usw.).

Da Raum-Zeit-Verhalten immer ein Spiegelbild dieser gesellschaftlichen Entwicklungen ist, kann hierfür folgender Trend im Zeitverlauf angenommen werden (vgl. Abbildung 1-1):

- *Erstens* führt die Erweiterung von Handlungsoptionen der Personen zu einer Zunahme der Komplexität individueller Wege-Aktivitätenmuster („Tagesabläufe") (mehr aktivitäten- und ortsveränderungs-bezogene Zustände $\mathbf{z}$[2], komplexere Abfolgen der Zustände $\mathbf{z}$).
- Und *zweitens* bewirkt die Angleichung von Handlungsmöglichkeiten in der Bevölkerung eine stärkere Heterogenität der Wege-Aktivitätsprofile („aggregierte Zustandsverteilung von Tagesabläufen") unterschiedlicher Personenkategorien (Gleichverteilung der aktivitäten- und ortsveränderungsbezogener Zustände $\mathbf{z}$) [vgl. Huinink et al. 1998].

Die Bedeutung der beschriebenen Prozesse belegt beispielsweise der Vergleich empirischer Ergebnisse zur alltäglichen Zeitverwendung mit einem Abstand von ungefähr zwei Dekaden von *Lüdtke* [1995]: Sichtbar wird beispielsweise auf der Betrachtungsebene von Tagesabläufen unter anderem

- *erstens* eine Zunahme der Flexibilität der Abfolgen unterschiedlicher Tätigkeiten A,
- *zweitens* eine Verringerung der Unterschiede in der Zeitnutzung zwischen unterschiedlichen Personenkategorien („Samstagsmuster der Männer gleicht Sonntagsmuster der Frauen") und
- *drittens* ein Anstieg der Abweichungen in Bezug auf die Zeitverwendung innerhalb von Personenkategorien im Tag zu Tag Vergleich.

[1] Begriffe, die im Glossar (vgl. Anhang A) erläutert werden, sind im Text bei erstmaligem Vorkommen durch eine größere Laufweite der Buchstaben gekennzeichnet.
[2] Die Notation ist in Anhang B beschrieben.

Des Weiteren zeigen *viertens* die empirischen Ergebnisse von *Tacken et al.* [2003] zur Relevanz interpersoneller Verhaltensunterschiede innerhalb von Personenkategorien beispielhaft: Wege-Aktivitätenmuster s älterer Menschen divergieren je nach Gesundheitszustand, Lage des Wohnstandortes usw. sehr stark. Daraus lässt sich folgern, dass zum Beispiel deren bislang übliche verhaltensorientierte Segmentierung in Form des Archetypus „Rentner“ infolge einer geringen Varianzaufklärung des Raum-Zeit-Verhaltens zu grob ist.

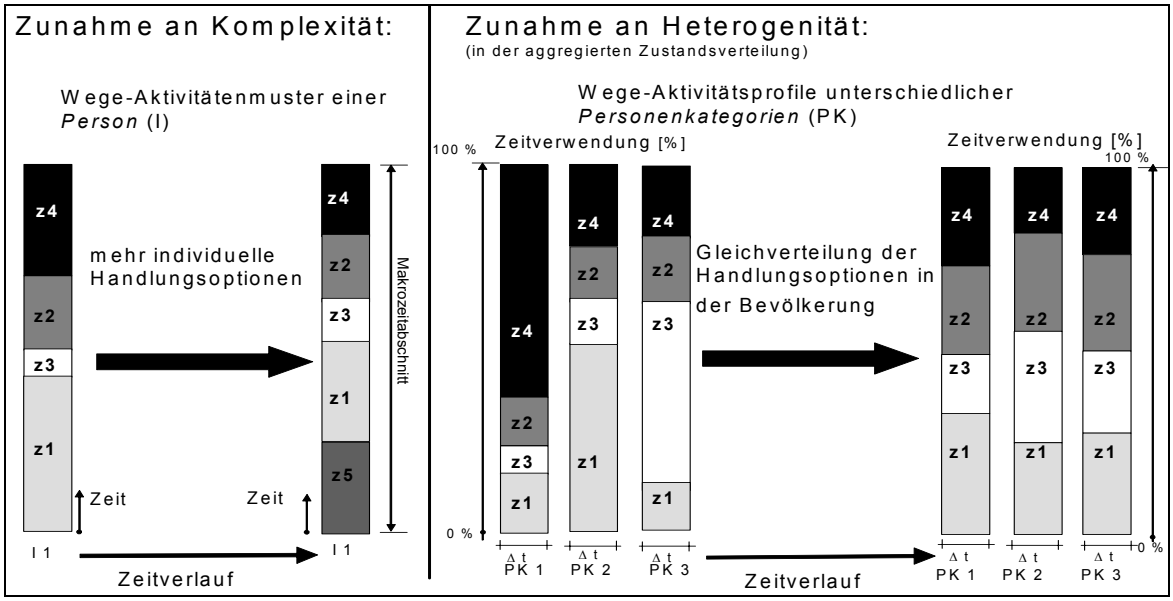


Abbildung 1-1: Zuwachs an Komplexität und Heterogenität im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten [eigene Darstellung]

Mit Phänomenen dieser Art sieht sich nun die Verkehrsforschung konfrontiert und stellt diese vor neue Anforderungen und Aufgaben. Dies gilt für die Erfassung und die Modellierung, aber auch für die Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens, die im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit im Mittelpunkt steht. Neben zum Verstehen von Verkehrsursachen beizutragen, schaffen empirische Ansätze zur Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens eine Ausgangsbasis für die Verkehrsnachfragemodellierung. Bezugnehmend auf die aktuelle Anwendungspraxis der Verkehrsplanung überwiegen dabei Verkehrsnachfragemodelle, die auf Wegeketten statt auf Einzelwegen basieren. Die Arbeitsweise dieser Modelle erfordert eine Differenzierung von Eingangsdaten nach so genannten „verhaltenshomogenen Personenkategorien“. Notwendig ist eine personenkategoriespezifische Unterscheidung des Modellinputs

- der Wegeketten für die Abbildung der Verkehrsentstehung und
- der verhaltensbezogenen Parameter für die Modellierung des Ziel- und des Verkehrsmittelwahlverhaltens [u. a. Fellendorf et al. 1997, Köhler et al. 2001, Widmer et al. 2001].

Es stellt sich nun die Frage, was unter den „verhaltenshomogenen Personenkategorien“ zu verstehen ist bzw. welchem logischen Konzept dabei gefolgt wird. Hierzu lautet eine grundlegende Definition von *Schmiedel* [1984, S. 19]: *„Werden Personen mit gleichartigen Grundmustern von Alltagsaktivitäten, bedingt durch ähnliche individuelle Merkmalsausprägungen, zu verhaltensähnlichen Personenkreisen zusammengefasst, so lassen sich charakteristische*

Verhaltensweisen, abstrahierend vom komplexen Einzelverhalten des Individuums spezifizieren (....).“ Zugrundegelegt wird dabei ein direkter Zusammenhang zwischen Personenkategorien und typischem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten ("Determinismen"), wobei die Typisierung von Individuen mit ähnlichen Tagesabläufen auf empirischer Basis mit Hilfe statistischer Klassifikationsverfahren vorgenommen wird [u. a. Zumkeller et al. 1993, Köhler et al. 2001, Kutter 2003]. Zu beachten ist: Die Zweckmäßigkeit des Konstrukts der „verhaltenshomogenen Personenkreise“ wird nicht im Einzelfall der Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen explizit nachgewiesen, sondern es wird bislang ungeprüft von einer räumlichen und zeitlichen Übertragbarkeit ausgegangen. Aus Mangel an Alternativen bildet nach wie vor die Forschungsarbeit von *Schmiedel* [1984], deren Personenkategorisierung auf eine bevölkerungsrepräsentative Momentaufnahme des Verkehrsverhaltens Ende der 70er Jahre zurückgeht (KONTIV 1976), eine wesentliche Orientierung bzw. Ausgangsbasis für die Erstellung von Verkehrsbildern des Status quo und der Zukunft mit Verkehrsnachfragemodellen. Sinnvoll erscheint es daher, neue Impulse für die Forschungspraxis in diesem Bereich zu geben. *Axhausen* [1998, S. 319, 320] merkt dazu grundsätzlich an: “(….) *the developers will have to develop methods to compare the joint sequences, timing and duration distributions. To the best of my knowledge, there has been no substantial work in this area since the work of Recker and McNally [1985], Pas [1984] and Schmiedel [1984] in the early 1980´s.“* Aus den vorher erläuterten Zusammenhängen gesellschaftlicher Veränderungsprozesse der Pluralisierung lässt sich folgern: Sowohl die methodischen (z. B. die Abbildung der Ähnlichkeit von Tagesabläufen, das zugrundegelegte Kausalprinzip usw.) als auch die inhaltlichen (z. B. Aktualität der empirischen Daten usw.) Grundlagen für Verkehrsnachfragemodelle, die musterorientierte Informationen aus Tages-, Wochenabläufen usw. (Wegeketten, Aktivitätsketten usw.) benötigen, bedürfen einer Aktualisierung und Weiterentwicklung. Nahe liegt zum Beispiel,

- die Verwendung besserer Abbildungsmethoden, um Unterschiede zwischen den Wege-Aktivitätenmustern s (Tages-, Wochenabläufe usw.) von Personen als Ausgangspunkt einer Klassifizierung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zu quantifizieren und
- die Substitution des bislang zugrunde gelegten logischen Konzeptes der Determinismen zwischen Personenkategorien - charakterisiert durch bestimmte Sets $\mathbf{k}_j$ von Personen- und Kontextmerkmalswerten k - und bestimmten Routinen im alltäglichen Raum-Zeit-Verhalten durch ein Konzept basierend auf Wahrscheinlichkeiten („Affinitäten“).

1.1.2 Zielstellung

Die vorliegende Arbeit knüpft *einerseits* mehr oder minder an die methodischen Herangehensweisen einschlägiger empirischer Ansätze auf diesem Sektor [u. a. Pas 1980, Pas 1983, Pas 1984, Recker et al. 1980, Recker et al .1985, Schmiedel 1984, Wang 1997, Kulkarni et al. 2000] - die musterorientierten Analysen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - an. *Andererseits* besteht – wie bereits angedeutet - der Anspruch, durch innovative Wege in der Datenanalyse auf methodischer Seite Fortschritte zu erzielen. Das Schließen der inhaltlichen Forschungslücke durch Verwendung aktueller Daten kann wegen der unzureichenden Datenquantität des derzeit einzig

infrage kommenden Datenfundus des deutschen Mobilitätspanels (MOP) nur in Ansätzen gelingen. Eine Konkretisierung der Zielstellung soll im Folgenden vorgenommen werden.

Sind Wege-Aktivitätenmuster s zu analysieren, interessiert zunächst die Frage: Wie lassen sich (Un-)-ähnlichkeiten zwischen denjenigen möglichst realitätsnah quantifizieren? Erst auf der Basis bekannter Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ als Maß für die (Un-)ähnlichkeiten der Wege-Aktivitätenmuster s können in einem weiteren strukturen-erkennenden Analyseschritt unterschiedliche Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i mit Hilfe gängiger Klassifikationsverfahren gebildet werden. Dabei wird vorausgesetzt: Wege-Aktivitätenmuster s sind klassifizierbar. Bei der Messung der (Un-)ähnlichkeit derjenigen mit Hilfe der Sequenzvergleichsanalyse handelt es sich um eine klassische Fragestellung der Verkehrsforschung, die immer wieder nach Antworten sucht [vgl. u. a. Pas 1980, Recker et al. 1980, Hanson et al. 1982, Schmiedel 1984, Jones et al. 1988, Wilson 1998]. Inzwischen steht mit dem noch wenig erprobten Sequenzvergleichsverfahren der Optimal Matching Technik eine im engeren verkehrswissenschaftlichen Kontext neue, aber in anderen Wissenschaftsdisziplinen (Genforschung, Lebensverlaufsforschung usw.) bereits etablierte Methode zur explorativen Analyse von Mustern s zur Verfügung. Bei der Messung von Sequenz-abständen $D(s,š)_{s,š \in S}$ folgt die Optimal Matching Technik dem Abbildungsprinzip so genannter biologischer Distanzen, was diese von anderen Methoden (geometrische Distanzen) deutlich unterscheidet und mit der Erwartung verknüpft ist, die bisherigen Analysepotenziale deutlich zu erweitern. Um eine Vorstellung zu bekommen, aus welcher „Perspektive“ diese Methode die musterorientierte Datenanalyse vornimmt, dient die folgende von *Aisenbrey* [2000] bereits angeführte, hier jedoch leicht abgewandelte Veranschaulichung: Stellt man sich die einzelnen Ereignisse eines Tages als Bildausschnitte vor, so werden diese nicht nur als einzelne Fotografien festgehalten; statt dessen wird der Betrachtungshorizont zu einem kompletten Film erweitert, indem die einzelnen Bilder in ihrer tatsächlichen Abfolge zusammenfügt werden. Die Stärken der Optimal Matching Technik liegen in folgenden umfassenderen Abbildungseigenschaften (vgl. Abbildung 1-2):

- *Erstens* werden gleiche Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W erkannt, die zeitlich an unterschiedlichen Stellen der zu vergleichenden Muster s bzw. š angeordnet sind (Zustands-elementkomposition) [Joh et al. 2001].
- *Zweitens* geht in den biologischen (Un-)ähnlichkeitsindex $D(s,š)_{s,š \in S}$ mit ein, ob bei Tätigkeiten bzw. Wegen, die Bestandteil beider Sequenzen s bzw. š sind, deren Abfolge gleich ist oder nicht. Das Erkennen eines „strukturellen Skelettes“ - einer Subsequenz identischer Reihenfolgen von Zuständen **z** beider Muster - wird durch dieses Abbildungsverfahren ermöglicht (Abfolgeähnlichkeit) [Joh et al. 2001].

Das bedeutet: Sind sonst identische Tagesabläufe zeitlich verschoben, so wird deren grundsätzliche Übereinstimmung im Distanzmaß $D(s,š)_{s,š \in S}$ mit berücksichtigt

Aufgrund der relativen Neuheit der Optimal Matching Technik in der Analysepraxis der Verkehrsforschung zur Analyse von Wege-Aktivitätenmustern s ist es zunächst Aufgabe der vorliegenden Arbeit, deren anwendungsspezifische Anforderungen, Probleme und Möglichkeiten näher zu ergründen und zu diskutieren. Bereits in der Auseinandersetzung mit der Optimal Matching

Technik esteht eine Motivation dieser Arbeit, da die Klärung wesentlicher Anwendungsgrundlagen noch in den Anfängen steckt.

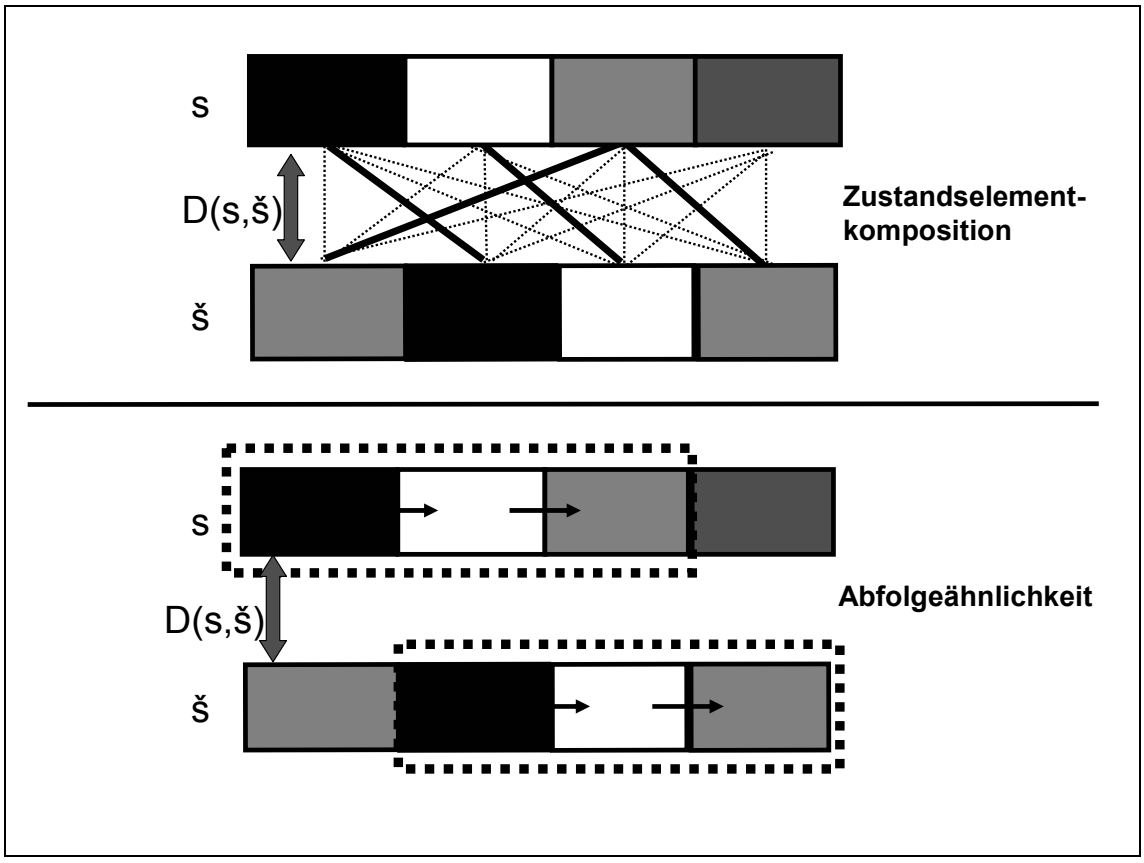


Abbildung 1-2: Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik [eigene Darstellung]

Außer der untergeordneten Ebene der Sequenzvergleichsanalyse existiert eine weitere, übergeordnete: diejenige des Multimethodenansatzes als Grundgerüst der musterorientierten Analyse des Raum-Zeit Verhaltens. Die Anwendung der Optimal Matching Technik trägt zwar in Kombination mit einem clusteranalytischen Fusionsalgorithmus zur Bildung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien bei, aber erst eine Verknüpfung mit einem strukturen-prüfenden Verfahren ermöglicht weitergehende Kausalschlüsse zur Deutung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens. Somit lässt sich die Fragestellung erweitern: Wie lassen sich jene Verhaltensunterschiede auf der Basis der erzeugten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i erklären? Auch hier soll ein neuer Weg beschritten werden: Wie bereits ausgeführt, bestimmt nach wie vor das Konstrukt der „verhaltenshomogenen Personenkreise“ nach *Schmiedel* [1984] die aktuelle Anwendungspraxis der wegekettenorientierten Verkehrsnachfragemodelle. Gemeint ist, dass ein deterministischer Zusammenhang zwischen Personenkategorien und Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i besteht. Von dieser „starren“ Sichtweise soll sich - auch vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Wandels - gelöst werden, da der Erklärbarkeit der Variation des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens prinzipiell Grenzen gesetzt sind: Unvollständige Informationen über das individuelle Entscheidungskalkül, Zufälligkeiten im individuellen Verhalten im Zeitverlauf, nicht erfasste bzw. nicht erfassbare Erklärungsgrößen k usw. sprechen eindeutig für eine Herangehensweise nach dem Wahrscheinlichkeitsgrundsatz, um die vorhandenen stochastischen

Verhaltenskomponenten zu berücksichtigen. Das heißt: Für Individuen[3] soll in Abhängigkeit von Ausprägungen k_j als diskriminierend identifizierter Erklärungsgrößen k der Person, des Haushaltes und der (verkehrs-)infrastrukturell-räumlicher Gegebenheiten bestimmt werden, wie groß die Chance ist, bestimmte Wochen-, Tagesabläufe usw. auszuüben, die jeweils mit den verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i („mittleres Verhalten“) korrespondieren.

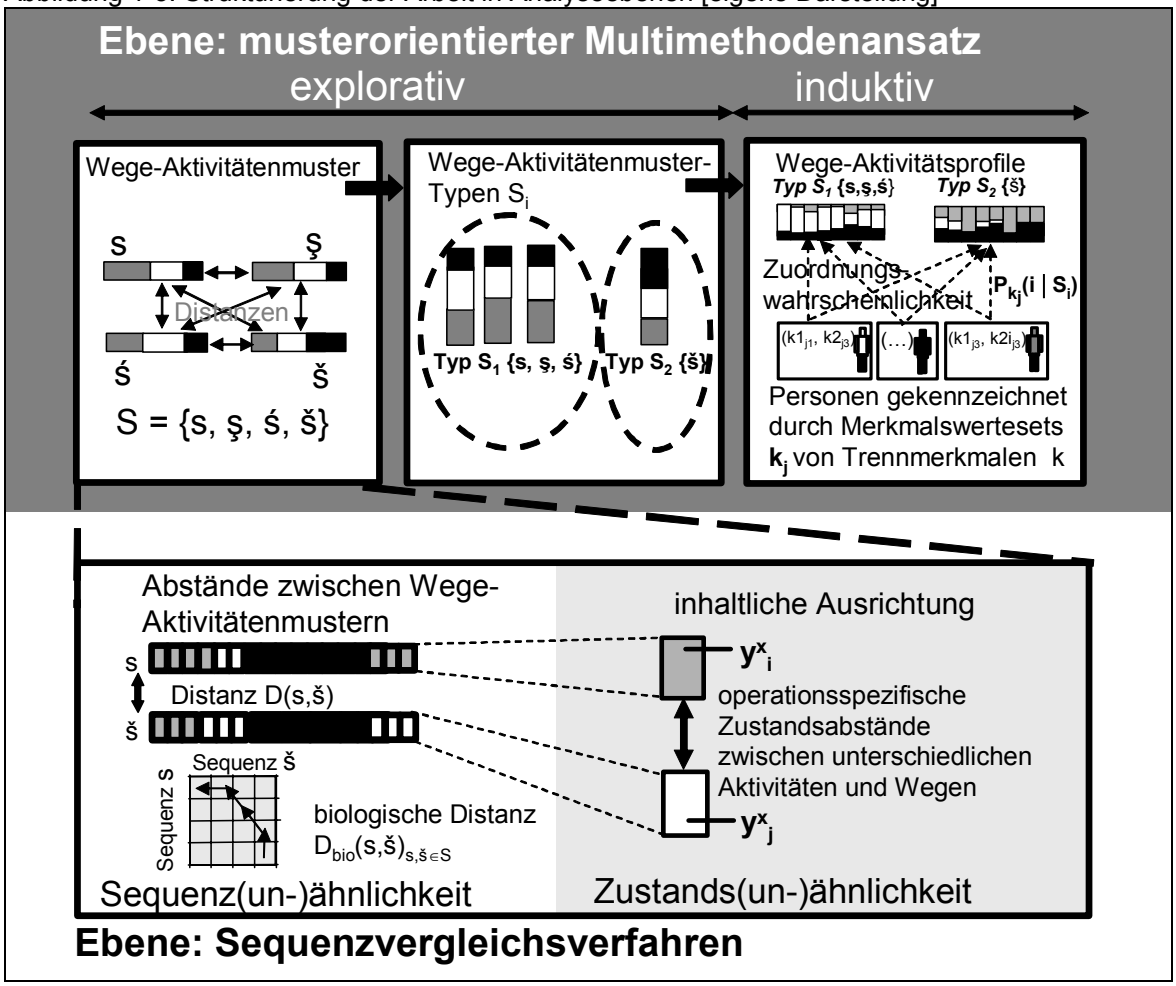
Ausgehend vom Globalziel der Abbildung und Erklärung von Unterschieden im individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf musterorientierter Basis lassen sich aus den erörterten Zusammenhängen vorerst Teilziele für die Bearbeitung der Arbeit formulieren. Zur Strukturierung dieser dient folgende bereits angedeutete Untergliederung: *erstens* die Ebene des musterorientierten Multimethodenansatz zur Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens und *zweitens* die Ebene der Sequenzvergleichsanalyse zur Messung der Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s (vgl. Abbildung 1-3).

- Ebene musterorientierter Multimethodenansatz
  - i. Konzeption eines originären Untersuchungsansatzes zur Abbildung und Erklärung von Unterschieden zwischen Wege-Aktivitätenmustern
    - *Klassifikationsaufgabe (explorativ):* Erzielung einer größeren Übersichtlichkeit des extrem komplexen Raum-Zeit-Verhaltens durch dessen Strukturierung und Ordnung indem Wege-Aktivitätenmuster s zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i zusammengefasst werden, die mittleres Verhalten repräsentieren
    - *Erklärungsaufgabe (induktiv):* Identifikation potenzieller Erklärungsgrößen k der Person, des Haushaltes usw. und Analyse der Effekte von Merkmalswerte k_j diskriminierender Prädiktoren k zur Erklärung der individuellen Affinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i
  - ii. exemplarische („prototypische“) Anwendung des musterorientierten Multimethodenansatzes: Analyse der Unterschiede im individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten auf Wochenbasis durch Ableitung und Erklärung einer entsprechenden Wege-Aktivitätenmuster-Typologie

- Ebene Sequenzvergleichsverfahren (Optimal Matching Technik)
  - iii. Transfer und Erprobung eines neuen Sequenzvergleichsverfahrens - der Optimal Matching Technik - in der Verkehrsforschung mit der Zielsetzung, Fortschritte hinsichtlich einer möglichst realitätsnahen Abbildung der Abstände von Wege-Aktivitätenmustern $D(s,š)_{s,š \in S}$ zu erreichen (Sequenz(un-)ähnlichkeit)
  - iv. inhaltliche Ausrichtung bzw. Anpassung der Optimal Matching Technik durch Berücksichtigung von Abständen bei Übergängen unterschiedlicher aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen Y (Zustands(un-)ähnlichkeit), welche dem definierten Zustandsraum $Z(\mathbf{y}^x)$ angehören

[3] Es handelt sich streng genommen um Akteure, die einer verhaltensorientierten Personenkategorie angehören. Diese Kategorie ist durch ein Set $\mathbf{k}_j$ von Merkwalswerten k_j diskriminierender Erklärungsgößen k definiert.

Abbildung 1-3: Strukturierung der Arbeit in Analyseebenen [eigene Darstellung]



Diese gerade umrissenen Teilziele werden auf der Grundlage der gesichteten und systematisch ausgewerteten Literatur zum Stand der Forschung im Hinblick auf die musterorientierten Untersuchungsansätze des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens (vgl. Kapitel 3) und die Anwendung der Sequenzvergleichsanalyse in der Verkehrsforschung (vgl. Kapitel 4.2) weiter vertieft.

1.2 Aufbau der Arbeit

Abbildung 1-4 veranschaulicht im Überblick den schematischen Aufbau der Arbeit.

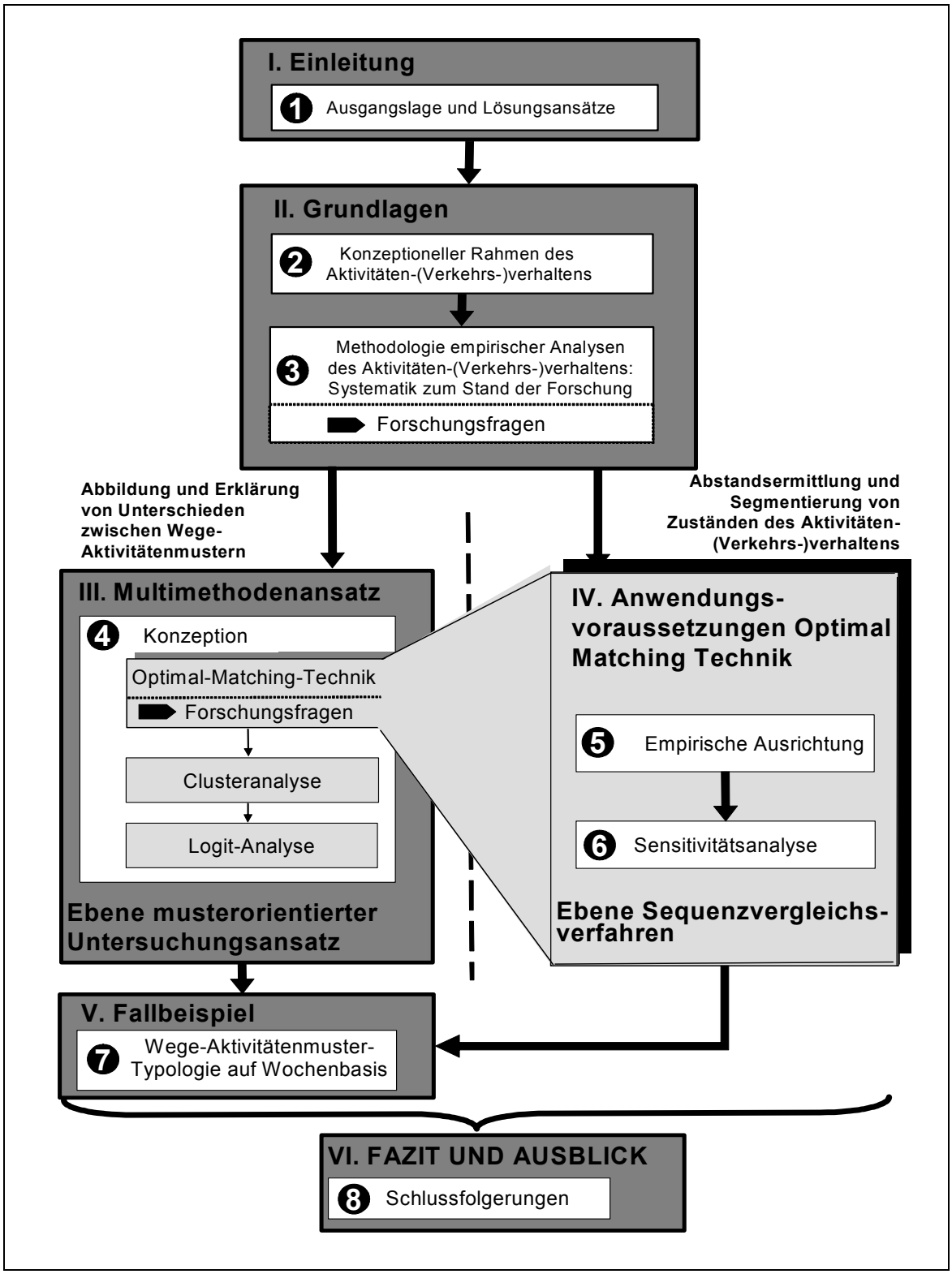


Abbildung 1-4: Aufbau der vorliegenden Arbeit [eigene Darstellung]

2 KONZEPTIONELLER RAHMEN DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTENS

2.1 Die aktivitätenorientierte Sichtweise als Fundament der Verkehrsforschung

Nachdem die Forschungspraxis auf dem Gebiet der Nachfrageermittlung des Personenverkehrs bis in die 70er Jahre durch eine Sichtweise geprägt war, die lediglich Fahrzeugströme und Ortsveränderungen von Personen auf aggregierter Betrachtungsebene zum Gegenstand hatte, änderte sich zu dieser Zeit die Perspektive: Die Ursachen des Verkehrs wurden in den Mittelpunkt gerückt, so dass seither Personen und Aktivitäten in disaggregierter Auflösung Objekte einer so genannten aktivitätenorientierten Ausrichtung dieses Wissenschaftszweiges sind. Statt die Verkehrsentstehung mit Hilfe von Regressionsansätzen zu erklären, welche die Anzahl von Ortsveränderungen bzw. Fahrten in Beziehung zu ermittelten Strukturgrößen (u. a. Anzahl der Einwohner, Pkw-Bestand usw.) einer Verkehrszelle setzen (Raumaggregatmodelle), gewinnt infolge der dabei fehlenden Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in einem fortwährend andauernden Entwicklungsprozess die verhaltenswissenschaftliche Ausrichtung der Verkehrsnachfrageermittlung immer stärker an Bedeutung. Individuelles Raum-Zeit-Verhalten - synonym auch Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten genannt - wird unter Einbeziehung von Beweggründen und Entscheidungsvorgängen analysiert und darauf aufbauend modellhaft in Berechnungsalgorithmen umgesetzt [u. a. McNally 2000, Widmer et al. 2001, Kutter 2003]. Stand der Anwendung in der Verkehrsplanungspraxis sind derzeit Verkehrsnachfragemodelle auf der Basis von Wegeketten (z. B. ORIENT [vgl. Sparmann 1980], VISEM [vgl. Fellendorf et al. 1997] usw.). Neue Planungsanforderungen bei der Generierung von Verkehrsbildern (z. B. Wirkungsanalysen für ordnungspolitische Maßnahmen, die Einführung neuer Verkehrssysteme usw.), die über Aufgabenstellungen wie beispielsweise das Aufzeigen örtlicher Verkehrsverlagerungseffekte des Kfz-Verkehrs infolge Verkehrsnetzänderungen hinausgehen, erfordern Modellansätze auf mikroskopischer Basis individuellen Wahlverhaltens. Verkürzt dargestellt, geht es zunächst um die Erklärung und daraus abgeleitet um die Modellierung des folgenden komplexen Entscheidungs- und Handlungsproblems der Organisation und Reorganisation von individuellen Tages-, Wochenabläufen usw.: Welche Tätigkeit wird wann und wie lange, in welcher Abfolge, wo, mit wem ausgeübt und mit welchem Verkehrsmittel, wann und in welcher Zeit, mit wem, auf welcher Route erreicht? Weiter interessieren die Vorgänge der individuellen Zeitplanung: Wann wird eine Aktivität bzw. Ortsveränderung geplant, wann und wie wird diese ggf. modifiziert oder durch eine andere ersetzt. Begründet wird die aktivitätenorientierte Herangehensweise damit, dass traditionelle wegeorientierte (Einzelwege und Wegeketten) Nachfragemodelle an ihre Aussagegrenzen stoßen. Dies ist unter anderem dann der Fall [vgl. Bowman 1998, Widmer et al. 2001], wenn

- Wechselwirkungen zwischen Aktivitäten A und Wegen W abgebildet,

- Interdependenzen zwischen vorausgegangenen und zukünftigen Aktivitäten A in der Modellbildung berücksichtigt,
- Interaktion innerhalb sozialer Netzwerke (Haushalte) beachtet oder
- individuelle Verhaltensänderungen modelliert werden sollen.

Um beispielsweise Umschichtungsvorgänge von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W innerhalb individueller Tagesabläufe als Folge von Maßnahmen (z. B. geänderte Zeitregime, Verkehrssystemmanagement usw.) modellhaft zu behandeln, die zum Unterlassen oder der zusätzlichen Realisierung von Wegen führen, reicht die wegeorientierte Perspektive nicht aus [vgl. Bowman 1998, Widmer et al. 2001]. Gleichzeitig kann an Forschungsarbeiten aus anderen Wissenschaftsbereichen wie der Sozialgeografie, der Soziologie, der Informatik, der Ökonomie, der Sozialpsychologie usw. angeknüpft werden. Somit besteht die Möglichkeit der Übertragung entsprechender methodischer und inhaltlicher Erkenntnisse auf spezifische Fragestellungen der Verkehrsforschung. Der Bezugsrahmen für die aktivitätenorientierte Perspektive - d. h. für theoretische Konzepte, Methoden der Gewinnung verhaltensbezogener Daten, Erklärungsmodelle, Prognose-modelle usw. - wird im wesentlichen durch folgende „Grundpfeiler" gebildet [vgl. Jones 1983, Axhausen et al. 1992, McNally 2000]:

- *Verkehr als abgeleitete Aktivitätennachfrage - Ortsveränderungen sind Folge bzw. Voraussetzung für die Ausübung von Außer-Haus-Aktivitäten*

  Da Personen eher in seltenen Fällen Wege W zum Selbstweck - außer manchmal im Bereich des Freizeitverkehrs - zurücklegen, sondern die Ausübung von Tätigkeiten A außer Haus im Vordergrund steht, ist dies der entscheidende Ansatzpunkt aktivitätenorientierter Ansätze. Aus einer Reihe theoretischer Arbeiten (u. a. *Hägerstrand* [1970], *Cullen et al.* [1975], *Heidemann* [1981]), die sich der Fragestellung der Entstehung von Aktivitäten im Raum-Zeit-System widmen, ist insbesondere der Beitrag von *Chapin* [1978] zu erwähnen. Darin wird erörtert, wie individuelle Neigungen, der situative zeitliche Kontext und infrastrukturell-räumliche Gelegenheiten die Durchführung von Tätigkeiten A bestimmen. Während bislang in der Regel der Aspekt dominiert, Ortsveränderungen W ausschließlich im Sinne einer abgeleiteten Nachfrage nach Aktivitäten A in Verbindung mit einem negativen Nutzen zu behandeln (u. a. *Supernak* [1992], *Kraan* [1996], *Kitamura et al*. [1997]), greifen *Mokhtarian et al.* [2001] eine andere, erweiterte Sichtweise auf. In einem aktuellen Forschungsbeitrag untermauern *Mokhtarian et al.* [2001] empirisch folgenden Sachverhalt: Fortbewegung aufgrund intrinsischer Motive („Joggen gehen") und die zeitparallele Realisierung anderer Aktivitäten A - so genannte Sekundäraktivitäten während Ortsveränderungen W (z. B. das Zeitungslesen im Bus) - sind Konstellationen, die auch zu einem positiv wahrgenommenen Nutzen von Wegen W führen können.

- *musterorientierte Sichtweise - Wege-Aktivitätenmuster als Analyse- bzw. Modellierungsobjekt*

  Die Betrachtungsweise des individuellen Raum-Zeit-Verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster s stellt dessen Ganzheit in den Vordergrund. Das Muster s als zeitliche Abfolge von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W bleibt also in der Datenform eines Längsschnitts erhalten. Von *Hägerstrand* [1970] stammt die grundlegende Darstellungsform von individuellen Tagesabläufen als Sequenz von Tätigkeiten und Ortsveränderungen in der Form von Pfaden im zwei- bzw. dreidimensionalen Raum-Zeit-System.

  - Wesentliche musterorientierte Forschungsbeiträge im interpersonellen Kontext, auf die im späteren Verlauf der Arbeit genauer eingegangen wird (vgl. Kapitel 3), sind die Arbeiten von: *Kutter* [1972], *Recker et al.* [1980], *Pas* [1980], *Schmiedel* [1984], *Wang* [1998] und

Kulkarni et al. [2000]. Ziel dieser Ansätze ist es, die Vielfalt unterschiedlicher Wege-Aktivitätenmuster s zu reduzieren. Letztlich führt dies zur Bildung einer begrenzten Anzahl von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i, denen Personenkategorien in Form von Ausprägungen k_j soziodemographischer bzw. raumbeschreibender Erklärungsgrößen k zugeordnet werden. Wie bereits erwähnt, ergibt sich die praxisnahe Relevanz dieser Ansätze aus ihrem engen Bezug zu den Verkehrsnachfragemodellen auf der Basis von Wegeketten.

- Weiterhin sind musterorientierte Studien des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zu nennen (u. a. *Pas* [1988], *Lipps* [2001], *Zimmermann et al*. [2001], deren Zielstellung in der Analyse der intrapersonellen Variation des Raum-Zeit-Verhaltens liegt, wozu ein Zugriff auf Longitudinaldaten einer Person über einen längeren Zeitraum notwendig ist. Zur Ermittlung der intrapersonellen Variation findet eine Unterteilung der Zeitspanne der Längsschnittdaten in Makrozeitabschnitte (z. B. einzelne Tage) statt, auf deren Basis die Vergleiche vorgenommen werden. Die Zielstellung dieser empirischen Forschungsarbeiten liegt im Erkennen von zeitlichen Routinen bzw. Gewohnheiten im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten und Erklärung dieser dynamischen Verhaltensprozesse anhand von Merkmalswerten k_j der Determinanten k der Personen, des Haushaltes usw.

- *Interdependenzen im Zeitverlauf zwischen aktivitäten- und ortsveränderungsbezogenem Handeln*
  Zwischen aktuellen und zeitlich vorausgehenden bzw. zukünftigen Aktivitäten und Ortsveränderungen, die als einzelne Ereignisse aufzufassen sind, bestehen vielfältige zu beachtende Wechselbeziehungen u. a. aufgrund folgender Faktoren (Restriktionen): begrenzte Zeitbudgets, begrenzte Kostenbudgets, zeitliche Rhythmen usw. Entsprechende Zusammenhänge behandeln eine Vielzahl aktueller Publikationen: u. a. *Djist et al.* [2000], *Schönfelder* [2000], *Dollase* [2000] und *Djist et al.* [2002].

- *Restriktionen verschiedenster Art limitieren individuelles Raum-Zeit-Verhalten*
  Arbeitszeiten, Ladenöffnungszeiten, Betriebszeiten der öffentlichen Verkehrsmittel, Zugangsbeschränkungen, Reisegeschwindigkeiten der Verkehrsmittel usw. setzen Grenzen („constraints“) in der Ausübung von Aktivitäten. Diese Argumentationsweise geht auf den zeitgeographischen Ansatz von *Hägerstrand* [1970] zurück („Raum-Zeit-Käfig“).

- *Effekte sozialer Strukturen (Haushalt usw.) - Andere Personen beeinflussen das individuelle Raum-Zeit-Verhalten*
  Die Absprache von Entscheidungen zwischen Haushaltsmitgliedern, die Verteilung von Aufgaben innerhalb des Haushaltes, Kinder in der Familie, das Teilen gemeinsamer Ressourcen (z. B. Pkw, Internetanschluss) usw. sind wichtige durch soziale Strukturen bedingte Einflüsse, die individuelles Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten bestimmen. Besonders das Theoriemodell von *Heidemann* [1981] zeichnet sich dadurch aus, den Haushaltszusammenhang zur Erklärung des individuellen Raum-Zeit-Verhaltens mit einzubeziehen. Erklärungsmodelle des Verkehrsverhaltens auf der Basis empirischer Untersuchungen u. a. *Zängler* [2000], *Kloas et al.* [2001] usw. greifen durchweg Indikatoren des Haushaltes (z. B. Haushaltsgröße, Anzahl der Kinder usw.) auf, um deren Effekte auf die individuelle Alltagsorganisation von Tätigkeiten und Ortsveränderungen zu analysieren. Hingegen befindet sich der Stand der Forschung im Hinblick auf die Untersuchung von Abstimmungsprozessen zwischen Personen - in der Regel innerhalb des Haushaltes - bei der Ausübung von Tätigkeiten und Wegen noch am Anfang. Zu nennen sind in diesem

Zusammenhang die Beiträge von *Mentz* [1984], *Golob et al.* [1997] und *Simma* [2000] auf der Basis statistischer Erklärungsmodelle. Simulationsmodelle der Verkehrsnachfrage greifen hingegen Interaktionsvorgänge innerhalb des Haushaltes kaum auf. Das von *Arentze et al.* [2000] entwickelte regelbasierte Modell ALBATROSS lässt sich als Beispiel anführen, das entsprechende Zusammenhänge berücksichtigt.

- *Aktivitäten und Ortsveränderungen sind Ergebnis des individuellen, dynamischen Zeitplanungsprozesses*
  Entscheidungen über die Planung und Ausführung von Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen unterliegen einer zeitlichen Dynamik: Sie werden vorzeitig oder spontan geplant, möglicherweise verworfen oder durch andere ersetzt, gegebenenfalls an neue Umstände angepasst (im Voraus oder im Verlauf) und schließlich realisiert. Die Bedeutung des individuellen Zeitplanungsprozesses thematisieren *Cullen et al.* [1975] in einem grundlegenden theoretischen Modell. Entscheidendes Element dieses Ansatzes ist das Konzept der Priorität einer Aktivität: Die subjektive Auswahl einer bestimmten Tätigkeit hängt von deren Priorität im Vergleich zu anderen Alternativen ab. Einflussfaktoren, welche die subjektive, dynamische Größe der Priorität beeinflussen sind u. a.: der Zeitpunkt der Planung, die Teilnahme anderer Personen, die individuelle Präferenz bestimmter Tätigkeiten usw. [Cullen et al. 1975]. Erst in jüngster Zeit rücken empirische Untersuchungen, die sich mit dem Prozess der Zeitplanung beschäftigen, verstärkt in den Blickpunkt des Interesses der Fachwelt [u. a. Doherty et al. 2000, Doherty 2000, Chen 2000]. Begründet ist dieser Forschungstrend mit der fundamentalen Bedeutung der Analyse derartiger Handlungsprozesse für die Entwicklung der regelbasierten Modelle („rule-based-models“) - einer neuen Generation von Verkehrsnachfragemodellen. Diese versuchen mit Hilfe der Mikrosimulation den individuellen Prozess der Organisation und Reorganisation von Tages-, Wochenabläufen usw. abzubilden. Beispielsweise zählt der in *Arentze et al*. [2000] dokumentierte Ansatz des Verkehrsnachfragemodells ALBATROSS zu den Modellanwendungen auf dem Stand der Wissenschaft in diesem Bereich.

- *Interdependenzen zu Entscheidungen anderer Zeithorizonte – Zusammenhänge zwischen dem alltäglichen Raum-Zeit-Verhalten (Kurzfristebene) und individuellen Festlegungen auf den übergeordneten mittel- und langfristigen Zeitebenen (Wohnstandortwahl, Arbeitsplatzwahl usw.)*
  Dass zwischen dem alltäglichen Verkehrsverhalten und anderen individuellen Entscheidungen sowie Rahmenbedingungen, die auf unterschiedlichen übergeordneten zeitlichen Ebenen angesiedelt sind, rückgekoppelte Wechselwirkungen bestehen, thematisieren *Ben-Akiva et al.* [1996] und *Bowman* [1998] in einem theoretischen Konzept. Eine besondere Rolle spielt insbesondere der Zusammenhang zwischen *einerseits* den Standortentscheidungen von Akteuren (z. B. Haushalte, Unternehmen usw.) mit den Auswirkungen auf die langfristige Entwicklung der Siedlungsstruktur sowie Verkehrsinfrastruktur und *andererseits* dem alltäglichen Verkehrsverhalten auf der Zeitebene des Kurzfristverhaltens. Zum Beispiel: Aufgrund einer getroffenen Wohnstandortwahl unterliegen Personen Einschränkungen bzw. erlangen Chancen im Hinblick auf die Ausübung von Tätigkeiten und Ortsveränderungen. Ändern sich die Angebotsstrukturen des Verkehrs als Folge einer geänderten Verkehrsnachfrage und damit implizit die Erreichbarkeiten bzw. die Verkehrsgunst der Gelegenheiten, so beeinflusst dies wiederum die individuelle Wahl eines Arbeitsplatzes, eines Wohnstandortes, usw. Eine Übersicht themenbezogener Untersuchungen geben die Beiträge von *Pischner et al.* [1998], *Kutter* [2001], und *Beckmann et al.* [2001]. Zu aktuellen empirisch orientierten Forschungsarbeiten, die sich mit den aufgeführten Zusammenhängen

beschäftigen, zählen u. a. *Holz-Rau et al.* [1995], *Kagermaier* [1997], *Holz-Rau et al.* [2000], *Axhausen et al.* [2001], *Kreitz et al*. [2001], *Vogt et al.* [2001], *Snellen* [2001] und *Hammer et al*. [2003]. Simulationsmodelle auf dem Stand der Anwendung bzw. der Wissenschaft, die Verkehrsnachfrage und Raumnutzung kombiniert behandeln („integrierte Verkehrsnachfrage- und Raumnutzungsmodelle"), sind beispielsweise in *Wegner et al.* [1999] und *Miller et al.* [2000] dokumentiert.

Zeitliche Entwicklungslinien aktivitätenorientierter Forschungsarbeiten veranschaulicht Abbildung 2-1, wobei in einer Retrospektive aufgezeigt wird, welche einzelnen Aspekte zu welcher Zeit dominierten bzw. zur Zeit im Vordergrund stehen. Daraus sind auch derzeitige Trends der Verkehrsforschung zu erkennen.

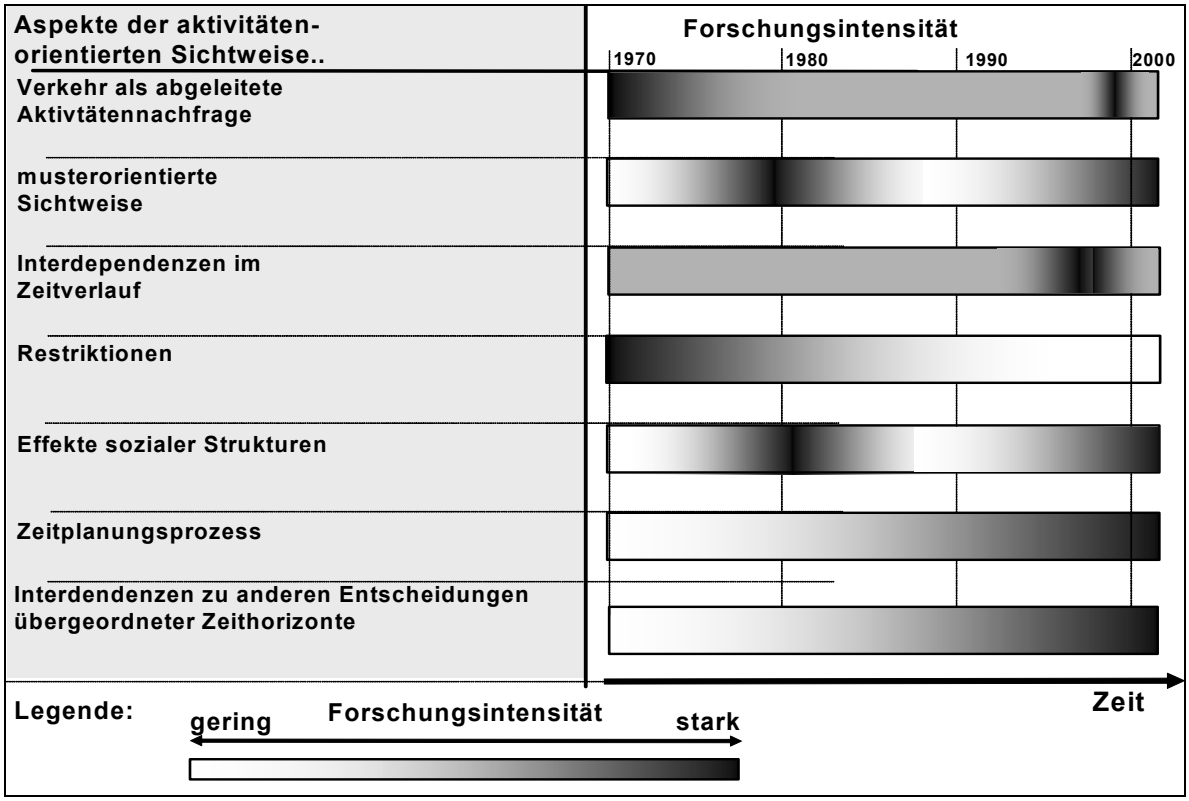


Abbildung 2-1: Schwerpunktbildung aktivitätenorientierter Forschung im Zeitverlauf [eigene Darstellung]

Tabelle 2-1 ist zu entnehmen, welche Profilierung die im Folgenden vorgestellte Arbeit eines musterorientierten Multimethodenansatzes im Hinblick auf die erläuterten „Grundpfeiler" der aktivitätenorientierten Sichtweise aufweist.

Tabelle 2-1: Einordnung der Relevanz von Aspekten der aktivitätenorientierten Perspektive für die vorliegende Arbeit [eigene Darstellung]

Aspekte der aktivitätenorientierten Sichtweise des Raum-Zeit-Verhaltens	**Bewertung der Relevanz für die vorliegende Arbeit**
Verkehr als abgeleitete Aktivitätennachfrage	⊡
musterorientierte Sichtweise	☑
Interdependenzen im Zeitverlauf	☑
Restriktionen	☒
Effekte sozialer Strukturen	☒
Zeitplanungsprozess	☑
Interdependenzen zu anderen Entscheidungen übergeordneter Zeithorizonte	☒
Legende: ☑ stark ⊡ mittel ☒ gering/gar nicht	

2.2 Grundansatz eines theoretischen Modells zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Um die komplexen Zusammenhänge des Raum-Zeit-Verhaltens zu verstehen, soll im Folgenden ein Theoriemodell erläutert werden. Den Orientierungsrahmen des handlungstheoretischen Modells zum Aktivitäten- (Verkehrs-)verhalten bilden die aktuellen Modellansätze der Soziologie z. B. *Esser* [1996], *Esser* [2001a], *Esser* [2001b], *Esser* [2001c] bzw. Sozialgeografie z. B. *Werlen* [2000], wobei jedoch auch spezifische Eigenschaften aktivitätenorientierter Ansätze von *Chapin* [1974], *Hägerstran*d [1970], *Cullen et al.* [1975], *Heidemann* [1981], *Beckmann* [1983] und *Zumkeller* [1989] aufgegriffen werden.

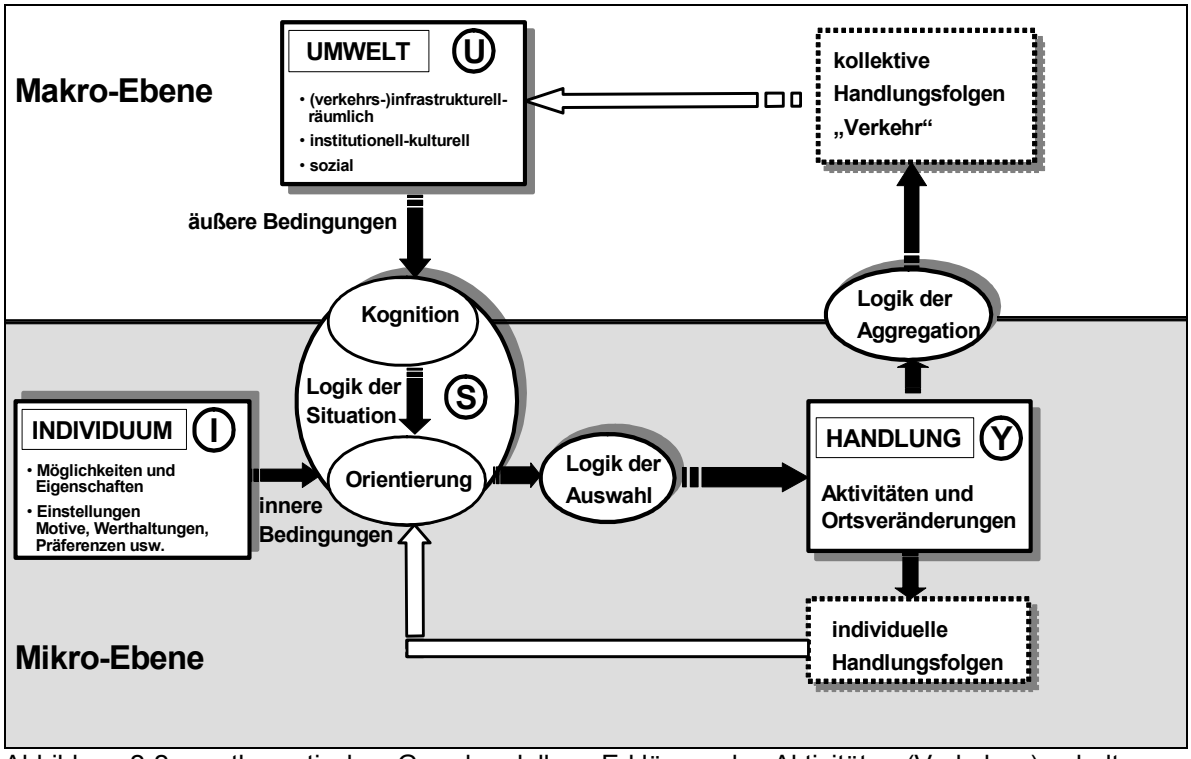


Abbildung 2-2: theoretisches Grundmodell zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens [modifiziert nach Esser 1996]

Die nachfolgende Darstellung des theoretischen Modells gliedert sich in drei Teile: die Beschreibung der Ebenen (2.2.1), der Elemente (2.2.2) und der Verbindungen zwischen den Elementen (2.2.3).

2.2.1 Ebenen

Ob das Theoriemodell aus nur einer Ebene oder mehreren aufgebaut ist, hat Auswirkungen auf dessen Erklärungsgehalt. Es kann angenommen werden, dass die Komplexität der Realität mit aus zwei bzw. mehreren Ebenen bestehenden Modellen besser abgebildet werden kann, da das Systemverhalten auf der Makroebene aus der Aggregation der Handlungen auf einer untergeordneten Mikroebene resultiert („Tiefenerklärung") [Esser 2001b]. In Anlehnung an *Esser* [1996] werden für das Theoriemodell des Raum-Zeit-Verhaltens deshalb zwei Ebenen formuliert (vgl. Abbildung 2-1):

- die Makroebene der Umwelt (Systemebene): Unter dem Begriff der Umwelt werden alle materiellen und organisatorischen Elemente des Sachsystems verstanden, die auf einer kollektiven, übergeordneten Ebene oberhalb der Mikroebene der einzelnen Person angeordnet sind [Zumkeller 1989].
- die Mikroebene der Person (Individualebene): Diese zweite Betrachtungsebene enthält die Elemente „Person" und „Handlung". Sie ist notwendig, denn nur das einzelne Individuum kann handeln, auch wenn dieses Handeln im Auftrag einer Gruppe stattfindet und ein multipersoneller Abstimmungsprozess vorausgeht [Werlen 2000].

2.2.2 Elemente

Wie aus Abbildung 2-2 hervorgeht, besteht das Grundmodell aus den Elementen Umwelt, Person und Handlung.

- Umwelt

Bausteine des Systemelements Umwelt, das sowohl äußere Einschränkungen als auch Möglichkeiten des Raum-Zeit-Verhaltens einschließt, sind:

- *die (verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt:* Hierzu gehören die räumlich lokalisierten Standorte (Verteilung der Gelegenheiten im Raum usw.) mit ihren spezifischen Funktionen, Attraktivitäten usw. Ebenso umfasst dieses Teilelement Verkehrs- und Kommunikationssysteme spezifischer Eigenschaften zur Verbindung der Standorte, um Austauschbeziehungen zwischen diesen durch Ortsveränderungen, Telefongespräche usw. zu ermöglichen (vgl. Tabelle 2-2) [u. a. Schmitz 2001].

Tabelle 2-2: Einflussfelder und Indikatoren der (verkehrs-)infrastrukturell-räumlichen Umwelt

Einflussfelder	**Indikatoren**
Gelegenheiten des Umfeldes	Anzahl und Art von Gelegenheiten im Umfeld
Attraktivität der Gelegenheit	Quantität des Angebotes, Qualität des Angebotes, Service, Erreichbarkeit usw.
Zeitaufwand	Reisezeit (Fahrzeit, Wartezeit usw.)
Verkehrssystem	Art der Verkehrsmittel, Netze
Kommunikationssystem	Art der Kommunikationsmittel, Netze
Usw.	.....

- *die institutionell-kulturelle Umwelt:* Gesetze, Regelungen und Normen definieren die institutionell-kulturelle Umwelt durch formale und informelle Regeln. Darunter fallen die Zeitregime, wie gesetzliche Zeitordnungen (Ladenöffnungszeiten, Schulzeiten, usw.) oder auch die Zeitfixierung der Feste oder Feiertage im Jahresverlauf. Des Weiteren zählen Steuern, Abgaben, Gebühren usw. zu dieser Kategorie. Ebenso Bestandteil der institutionell-kulturellen Umwelt sind organisatorisch wirkende Zugangsbeschränkungen, Regelungen über das Führen von Fahrzeugen usw. (vgl. Tabelle 2-3) [u. a. Heidemann 1981, Lüdtke 1984, Hilscher 2000].

Tabelle 2-3: Einflussfelder und Indikatoren der institutionell-kulturellen Umwelt

Einflussfelder	**Indikatoren**
Öffnungszeiten von Gelegenheiten	Zeitraum
Ferien, Feiertage usw.	Zeitraum
Arbeitszeiten, Schulzeiten usw.	Zeitraum
Steuern, Abgaben usw.	Geldbetrag
Zugangsbeschränkungen	spezifische Personenkreise, Zeitraum
Usw.	.....

- *die soziale Umwelt:* Diese hängt mit der Zugehörigkeit der einzelnen Person zu sozialen Gruppen (Familie, Firma, Verein usw.) zusammen. Daraus resultieren u.a. Status-Rollen-Verpflichtungen - beispielsweise für eine Mutter das Abholen ihrer Kinder vom Kindergarten -, die entsprechendes Raum-Zeit-Verhalten bestimmen [Lüdtke 1984]. Die Berücksichtigung von Einflüssen der sozialen Umwelt erfolgt über die Erklärungshintergründe von Rolle und Status, Lebens- bzw. Familienzyklus und Lebensstil (vgl. Tabelle 2-4).

- Individuum

Zum Individuum auf der Mikroebene: Die individuelle Neigung Tätigkeiten zu realisieren, hängt sowohl von objektiv erfassbaren Eigenschaften und Möglichkeiten der Person, als auch von individuellen Einstellungen, Orientierungen, Motiven, Präferenzen, Stilisierungen, Werthaltungen usw. ab. Um auf der Grundlage der genannten Faktoren einen Zugang zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zu bekommen, wird in der Verkehrsforschung vielfach auf die Erklärungskonzepte von Rolle und Status, von Lebens- bzw. Familienzyklus oder Lebensstil zurückgegriffen. Diese enthalten teilweise wiederum unterschiedliche so genannte Verhaltensdimensionen, wie die folgenden Begriffserläuterungen zeigen.

- Status und Rolle

  Der soziale Status beschreibt nach *Weymann* [2001, S. 121] die „Position in einer Sozialstruktur, die bestimmt, wo der Platz einer Person innerhalb der sozialen Ordnung ist“ - zum Beispiel: ein Student, ein Opa, ein Angestellter usw. Da eine Person viele Positionen zur gleichen Zeit bekleidet, wird der Begriff des Status-Sets eingeführt, anhand dessen interpersonelle Unterschiede erklärt werden können. Jedem Status sind wiederum mehrere Rollen zugeordnet - das so genannte Rollen-Set. Unter einer Rolle wird Folgendes verstanden: (Sie ist) „ein Bündel von Verhaltenserwartungen, Verpflichtungen, Privilegien und Einstellungen, die von jedem erwartet werden, der einen bestimmten Status innehat“ [Weymann 2001, S. 121]. Je nach Situation der Wechselbeziehung mit anderen Personen bei Handlungen wird eine Rolle aus dem Rollen-Set des Status gespielt. Beiträge aus dem Bereich der Verkehrsforschung, die sich stark am Erklärungskonstrukt der Rolle orientieren, sind u. a.: *Kutter* [1972], *Schmiedel* [1984] und *Simma* [2000].

- Lebens- und Familienzyklus
  Eng mit dem Erklärungshintergrund von Status und Rolle hängt das Lebenszykluskonzept zusammen. Der Lebenszyklus unterteilt den individuellen Lebenslauf in durch Wendepunkte voneinander getrennte Lebensspannen, die den sozialen Status und damit auch die Rollen der Individuen verändern [Schäfers 2001]. Als Beispiel lässt sich der Übergang vom Erwerbsleben ins Rentnerdasein anführen. Das Familienphasenkonzept stellt den Lebenszyklusansatz in Verbindung zu den typischen Familienphasen (-bildung, -erweiterung, -schrumpfung), so dass der Haushaltskontext in das Konzept einfließt [Mackensen 1994]. Um eine konsistente Abbildung der Gesamtbevölkerung im Rahmen entsprechender Ansätze der Segmentierung zu erreichen, sind auch „neue" Haushaltsformen zu beachten: Wohngemeinschaften, Alleinerziehende usw. [Krämer 1992]. Als Erklärungshintergrund greifen in der Verkehrsforschung beispielsweise *Mackensen* [1994], *Chlond* [1996], *Stopher et al.* [2000] usw. das Lebens- bzw. Familienphasenkonzept auf, wobei die a-priori Klassifikation von Individuen durch die Kombination entsprechender Merkmalswerte k_j vom Trennvariablen k (z. B. Alter, Anzahl der Kinder usw.) und deren Ausprägungen unterschiedlich vollzogen wird. Auch Verkehrsnachfragemodelle verwenden als Grundlage Personentypologien, die auf diesem Erklärungshintergrund fußen [u. a. Dörnemann 2000].

- Lebensstil
  Eine weitere Alternative zur Deutung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens bietet das Lebensstilkonzept, das erst in jüngster Zeit an Relevanz in der Forschungspraxis der Verkehrsforschung gewinnt (u. a. *Götz et al*. [1997], *Schulze* [1999], *Wulfhorst et al.* [2000], *Hammer et al.* [2003]). Charakteristisch für das Vorgehen entsprechender Ansätze ist die a priori Bildung von Personentypologien auf der Basis von Lebensstilvariablen k [z. B. Götz et al. 1997]. Was unter dem Lebensstil genau zu verstehen ist, bleibt in der soziologischen Forschung relativ vage erklärt, da darüber die fachlichen Meinungen weit auseinandergehen. Umfassend definiert, handelt es sich um einen komplexen Begriff, der letztlich das „ganze Leben" einschließen soll [Spellerberg 1996]. Beispielsweise fasst *Spellerberg* [1996, S. 87] Lebensstile begrifflich folgendermaßen: (Lebensstile werden) „als sichtbares Verhalten und Ausdruck von Lebensplänen begriffen. Sie dienen der bewussten sowie unbewussten Abgrenzung (Andersartigkeit bzw. Zusammengehörigkeit) sowie der Identitätssicherung". Die Definition von *Lüdtke* [1990, S. 434] lautet: „Lebensstile sind unverwechselbare, relativ stabile Muster der Lebensführung und der Lebensorganisation privater Haushalte bzw. der in ihm lebenden Individuen" (.....) „ein erprobter, bewährter und insofern sinnvoller Gesamtzusammenhang von Alltagsroutinen, Symbolen, Verhaltensmustern und Bezugsgruppen". Entsprechend unterschiedlich fällt die Operationalisierung der Lebensstilkonzepte auf der Basis infrage kommender Verhaltensdimensionen wie Lebensziele, Werte, Orientierungen, Persönlichkeitsmerkmale, bevorzugte Freizeitaktivitäten, Mediennutzung, Geschmack usw. aus. Dass neben den persönlichen Vorlieben und der Stilisierung (z. B. der Besitz eines Autos eines bestimmten Herstellers) auch soziodemographische Merkmale zur Verankerung der Lebenssituation in die Operationalisierung des Lebensstilkonzeptes eingehen sollten, darauf weisen *Wulfhorst et al.* [2000] hin. Hervorzuheben im engeren Zusammenhang der vorliegenden Arbeit ist der empirische Nachweis eines signifikanten Zusammenhangs zwischen alltäglicher Zeitverwendung und Lebensstil von *Lüdtke* [1995]. Obwohl der Erklärungshintergrund des Lebensstilskonzeptes zur Interpretation des Verkehrsverhaltens als sehr zeitgemäß erscheint - insbesondere wenn man die am Anfang der Arbeit dargelegten gesellschaftlichen Veränderungsprozesse der

Pluralisierung zugrunde legt -, so besteht in der Anwendung im fachlichen Kontext der Verkehrsforschung noch Klärungsbedarf bzw. ernst zu nehmende Vorbehalte [vgl. u. a. Bogun 1996, Kutter 2001]. Probleme wirft nach *Kutter* [2001] das Lebensstilkonzept vor allem dann auf, wenn auf dessen Basis abgegrenzte Personentypologien in Verkehrsnachfragemodelle eingehen sollen:

- Fraglich ist beispielsweise, ob und inwieweit Lebensstiltypen über längere Zeiträume eine Verhaltensstabilität aufweisen, was für eine Verkehrsprognose grundlegende Voraussetzung ist.
- Weiter besteht das Problem der Nichtverfügbarkeit entsprechender Daten für die Anwendungspraxis der Verkehrsnachfragemodelle: Übliche Primärstatistiken – beispielsweise die Volkszählung 1987, die KONTIV 1989 usw. - enthalten kaum geeignete Merkmale der Person, des Haushaltes usw., die für den Aufbau eines Erklärungshintergrundes auf Basis des Lebensstilkonzeptes ausreichen.

Welche Erklärungsgrößen letztendlich zur empirischen Umsetzung der Konstrukte von Rolle und Status, Lebens- bzw. Familienzyklus und Lebensstil herangezogen werden, ist nicht einheitlich. In der Zusammensetzung der Prädiktoren k gibt es sowohl Abweichungen zwischen einzelnen Forschungsansätzen, die auf demselben Erklärungshintergrund beruhen, als auch grundsätzliche Überschneidungen zwischen den unterschiedlichen Konzepten, die oft auch gemeinsam verwendet werden [Kunert 1992].

Tabelle 2-4 Einflussfelder und Indikatoren der Person und des Haushaltes [modifiziert nach Kunert 1992, Pas 1984]

Einflussfelder	**Indikatoren**
Status und Rolle	Geschlecht, Berufstätigkeit, usw.
Lebens- bzw. Familienzyklus	Alter, Haushaltsform, Kinder in Haushalt, usw.
Lebensstil	Werthaltungen, Motive, Geschmack, Lebensziele, Einkommen, Pkw-Besitz usw.

- aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogene Handlungen

Gegenstand der Erklärung sind Aktivitäten A und Ortsveränderungen W, die als individuelle Handlungen Y in ihrer Abfolge Wochen-, Tagesabläufe usw. konstituieren. Jene Alltagshandlungen sind wiederum Teile übergeordneter persönlicher Projekte [Beck 1996]. Zunächst ist zu erläutern, was man unter dem Begriff einer Aktivität bzw. Tätigkeit A versteht. *Axhausen* [2000, S. 274] definiert diesen wie folgt: *„Eine Aktivität ist eine bedeutungsvolle Interaktion mit Menschen und/oder Dingen in einem gleichbleibenden sozialen und räumlichen Umfeld, wobei Wartezeiten vor und während der Aktivität eingeschlossen sind“ (frei übersetzt).* Aus der vorherigen Begriffsbestimmung geht hervor, dass Tätigkeiten A räumlich lokalisierte Handlungen Y sind. Somit sind Ortsveränderungen W notwenig, um Aktivitätsorte a^{Ort} zu wechseln. Wird eine Aufeinanderfolge von Weg W und Aktivität A als Einheit betrachtet, so ist per Definition zu entscheiden, welche Ortsveränderung W zu welcher Tätigkeit A bzw. umgekehrt gehört. Beispielsweise ist im Rahmen von wegeorientierten Verkehrserhebungen (z. B. KONTIV-Befragungen) eine Benennung des Wegezweckes w^{Typ} notwendig: Aus dem Aktivitätstyp a^{Typ} der

darauffolgenden Tätigkeit A ist jener herzuleiten. Häufig bilden der einer Aktivität A zeitlich vorgelagerte Weg W und diese eine Betrachtungseinheit [u. a. Kloas et al. 1993] - im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit als Weg-Aktivitäts-Folge WA bezeichnet. Es sind jedoch auch andere Zuordnungskonzepte beider Handlungstypen vorstellbar.

Aktivitäten- bzw. wegebezogene Handlungen Y setzen eine Vielzahl sich überlagernder individueller Entscheidungen (Festlegung von Aktivitätstyp, Verkehrsmittel, Aktivitätsort, Dauer usw.) voraus.

- Anhand der getroffenen Festlegungen lässt sich die Handlung Y letztendlich charakterisieren, indem entsprechende Merkmale y^x zugeordnet werden. Dabei steht y für den Handlungstyp, das heißt: Es handelt sich entweder um eine Aktivität A, eine Ortsveränderung W oder um eine Weg-Aktivitäts-Folge AW. Hingegen bezeichnet das hochgestellte x die Merkmale der Handlungen Y, die sich aus den „Entscheidungsdimensionen" des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens ergeben: der Ort, die Teilnehmer usw. Sind verschiedene, sich voneinander unterscheidende Merkmale y^x definiert, so konstituiert sich daraus ein dazugehöriger Merkmalsraum $M = \{y1^{X1}, y2^{X2}....\}$.
- Je Merkmal y^X von Aktivitäten A (z. B. Aktivitätstyp) bzw. Wegen W (z. B. Fortbewegungsart) besteht entsprechend wiederum ein endlicher Merkmalswerteraum $Z(y^X) = \{y^X_1, y^X_2, y^X_3, ...\}$, der die Menge sich wechselseitig ausschließender Merkmalsausprägungen y^X_i (z. B. Einkaufen, Freizeit, Ausbildung usw.) enthält. Betrachtet man die Skalenniveau der einzelnen Merkmale y^X, was für die statistische Datenanalyse von großer Bedeutung ist, so handelt es sich sowohl um Variablen qualitativer (z. B. Aktivitätstyp, Verkehrsmittel usw.) als auch quantitativer Art (z. B. Aktivitätsdauer, Reisezeit usw.). Folgendes ist dabei zu beachten: Die Merkmalsausprägungen y^X_i qualitativer Variablen lassen sich lediglich auf Gleichheit prüfen; hingegen kann darüber hinausgehend bei den Merkmalswerten der quantitativen Variablen deren Abstand direkt bestimmt werden [Rohwer et al. 2000].
- Die Merkmalswerte y_i^X einzelner oder mehrerer Merkmale y^X kennzeichnen in Form des Zustandsvektors $\mathbf{y^X_i} = (y1^{X1}{}_{i1}, y2^{X2}{}_{i2}, y3^{X3}{}_{i3})$ einfache oder multiple Zustände, die einzelne Tätigkeiten A, Ortsveränderungen W oder Weg-Aktivitäts-Folgen WA (z. B. $\mathbf{y^X_i}$ = (Arbeiten, alleine)) mehr oder weniger umfassend charakterisieren. Die Abkürzung $\mathbf{y^X_i}$ besagt, dass eine Kombination von Merkmalswerten y^X_i verschiedener Merkmale y^X oder eine Ausprägung y^X_i eines einzelnen Merkmals y^X vorliegt. Bei multiplen Zuständen $\mathbf{y^X_i}$ findet ein gleichzeitiger Rückgriff auf mehrere Merkmalswerteräume $Z(y^X)$ statt. Der endliche Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y^X})$ zur Beschreibung des Raum-Zeit-Verhaltens in seiner Gesamtheit enthält wiederum alle potenziellen Zustände $\mathbf{y^X_i}$. Zur Definition wird das kartesische Produkt der Merkmalswerteräume $Z(y^X)$ gebildet: $\mathbf{Z}(\mathbf{y^X}) = \{Z(y1^{x1}) \times Z(y2^{x2}) \times ....\}$. *Bowmann* [1998] verdeutlicht die Komplexität der individuellen Entscheidungsmöglichkeiten des Raum-Zeit-Verhaltens anhand einer Überschlagsrechnung: Er geht unter stark vereinfachten Annahmen in Bezug auf die Anzahl der Merkmalswerte y^X_i der einzelnen Merkmale y^X in einer vorsichtigen Schätzung von 10^{16} Kombinationsmöglichkeiten von Merkmalsausprägungen y^X_i aus, die unterschiedliche Zustände $\mathbf{y^X_i}$ definieren und damit den „ausufernden" Umfang des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y^X})$ repräsentieren.

Zur Strukturierung der erläuterten Entscheidungszusammenhänge und damit eingeschlossen zur Beschreibung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens wird das folgende Schema auf der Basis von Merkmalskategorien entwickelt (vgl. Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: Merkmale von Aktivitäten und Ortsveränderungen [eigene Darstellung]

Merkmals kategorie	Aktivitäten A			Ortsveränderungen W		
	Merkmale [a^X]	**Merkmals-werte** [a^X_i]	**Skalen-niveau**	**Merkmale** [w^X]	**Merkmals-werte** [w^X_i]	**Skalen-niveau**
sachlich	Aktivitätstyp (Art, Zweck) a^{Typ}	Arbeit, Freizeit, Einkaufen, Service, Bilden usw. (auch andere Typenbildung möglich)	qualitativ	Art des Verkehrs-mittels w^{Vm}	zu Fuß, Fahrrad, Bus, Pkw-Fahrer usw. (auch andere Typenbildung möglich)	qualitativ
			quantitativ	Zweck w^{Typ}	Arbeit, Freizeit, usw.	qualitativ
	direkter Aufwand / Ertrag a^{Geld}	Geldbetrag	quantitativ	direkter Aufwand / Ertrag w^{Geld}	Geldbetrag	quantitativ
zeitlich	Lage a^{Zeit}	Zeit (Beginn, Ende)	quantitativ	Lage w^{Zeit}	Zeit (Beginn, Ende)	quantitativ
	Dauer a^{Dau}	Zeit	quantitativ	Dauer w^{Dau}	Zeit	quantitativ
räumlich	Zielort a^{Ort}	räumliche Lage (Koordinaten)	quantitativ	Startpunkt w^{Ort} Zielpunkt w^{Ort}	räumliche Lage (Koordinaten)	quantitativ
				Entfernung w^{Entf}	Länge	quantitativ
				Route	Streckenzug (Koordinaten)	quantitativ
sozial	Zahl der Teilnehmer a^{Pers_n}	Anzahl der Personen	quantitativ	Zahl der Begleiter w^{Pers_n}	Anzahl der Personen	quantitativ
	Personentyp a^{Pers_Typ}	Eigenschaften und Möglichkeiten der Teilnehmer	qualitativ/ quantitativ	Personentyp w^{Pers_Typ}	Eigenschaften und Möglichkeiten der Begleiter	qualitativ/ quantitativ

Die einzelnen Facetten und Indikatoren des Raum-Zeit-Verhaltens werden im Folgenden differenziert erläutert:

- sachliche Facette – was (Art)? wozu (Zweck)? warum (Motiv)?:

  Die sachliche Facette des Raum-Zeit-Verhaltens beschreibt Art und Zweck von Aktivitäten A sowie bei Ortsveränderungen W die Art der Fortbewegung bzw. den Wegezweck.

  Jede Person übt eine Vielzahl verschiedener Tätigkeiten A im Alltag aus, die jedoch im Rahmen einer empirischen Erhebung kaum im Einzelnen zu erfassen sind. In Abhängigkeit des Untersuchungsziels sind diese per Definition zu Tätigkeitskategorien zusammenzufassen. Welche einzelnen Handlungen gruppiert werden, erfolgt auf vielfältige Art und Weise, je nachdem, welche der infrage kommenden Kriterien wie Bedürfnisse, Ziele, Bindungen,

Gewohnheiten usw. herangezogen werden. Weiter ist zu beachten, dass bei der Definition der Aktivitätstypen Art und Zweck meist vermischt werden [Axhausen 2000].

- Untersuchungen in Deutschland im KONTIV-Design (u. a. *Schadt et al.* [2001], *Kloas et al.* [2001]) orientieren die sachliche Strukturierung von Aktivitätstypen an den Daseinsgrundfunktionen (Arbeiten, Bilden, Freizeit usw.), so dass individuelle Bedürfnisse und Ziele ausschlaggebend sind.
- Hingegen stellen aktuelle amerikanische Untersuchungen (u. a. *Stopher et al.* [2000]) mit einer Ausrichtung der Gruppierung im Hinblick auf zeitliche und räumliche Restriktionen (beispielsweise Pflichtaktivitäten, flexible Aktivitäten und freie Aktivitäten) andere Kriterien in den Vordergrund.
- *Gärling et al.* [1994] wiederum unterscheiden anhand der räumlichen und zeitlichen Regelmäßigkeit der Ausübung in Routineaktivitäten und Nicht-Routineaktivitäten.

Ein Abbildungsproblem ergibt sich, falls mehrere Aktivitäten A zeitgleich parallel ausgeübt werden. Welche Tätigkeit A soll hier als primäre, welche als untergeordnete Aktivität A gelten? Hier müssen Regeln bei der Erfassung oder Auswertung festgelegt werden, wie beispielsweise eine vorab festgelegte Rangfolge von Tätigkeiten A [vgl. Holz-Rau 1990], die eine eindeutige Zuordnung des Aktivitätstyps ermöglichen. Zu erwähnen ist, dass die oftmals vorgenommene Eliminierung der Sekundäraktivität zu einer Unterschätzung bestimmter Aktivitätstypen führt [Ehling 2001].

Zur sachlichen Facette der Ortsveränderung - dem gewählten Verkehrsmittel: Auch hier ist eine Klassifikation per Definition aufzustellen. Zum Beispiel ist eine Unterscheidung zwischen motorisierten und nicht-motorisierten Verkehrsmitteln vorstellbar. Oder - etwas differenzierter betrachtet - wird die in Tabelle 2-5 aufgeführte Kategorisierung der Fortbewegungsarten angewandt. Wenn bei Wegen W das Fortbewegungsmittel wechselt und demnach Ortsveränderungen W aus mehreren Etappen bestehen, muss ein Hauptverkehrsmittel definiert werden: Festgelegt wird hierfür häufig das Verkehrsmittel, mit dem die längste Wegstrecke zurückgelegt wird [Holz-Rau 1990]. Die Ableitung eines Hauptverkehrsmittels ist auch aus einer vorab definierten Hierarchie von Fortbewegungsarten möglich [vgl. Kloas et al. 1993]. Folge der Definition eines Hauptverkehrsmittels ist eine systematische Untererfassung bestimmter Fortbewegungsarten (z. B. Zufußgehen) [Brög et al. 1999].

- zeitliche Facette – wann? wie lange? in welcher Abfolge?:

  Zeit ordnet Handlungen: Aktivitäten A und Ortsveränderungen W werden chronologisch aneinandergereiht und bilden somit ein temporales Muster in einem definierten Betrachtungs-zeitraum - dem Makrozeitabschnitt (Tag, Monat, Jahr, usw.). Als einzelne Zustände **z** entlang der Zeitachse des Makrozeitabschnittes lassen sich die einzelnen Handlungen Y durch zeitbezogene Merkmale charakterisieren (vgl. Tabelle 2-5) [Dollase et al. 2000a].

- räumliche Facette - wo und wie erreicht?

  Notwendige Voraussetzung für die Planung und Realisierung von Handlungen Y ist die individuelle Orientierung durch Wahrnehmung der räumlichen Umwelt. Dies geschieht über kognitive Karten („mental maps“), die eine bildhafte Vorstellung über Orte und Verbindungen zwischen den Orten enthalten [Werlen 2000]. Raumbezogene Merkmale dokumentiert Tabelle 2-5.

- soziale Facette – mit wem?

  Ob Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen alleine oder mit mehreren und mit welchen Personen ausgeübt werden, ist eine weitere Facette des Raum-Zeit-Verhaltens (vgl. Tabelle 2-5). Hierbei sind insbesondere Abstimmungsprozesse innerhalb des Haushalts von Bedeutung.

Als weiterer Aspekt ist die Detailliertheit der Ausprägungen y^X_i der Merkmale y^X und des Raum-Zeit-Verhaltens zu beachten.

- *Einerseits* steigen die Anforderungen an Befragte, je genauer sie im Rahmen von Erhebungen über ihr Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten Auskunft geben müssen [Kreitz 2001].
- *Anderseits* sinkt mit abnehmender Differenziertheit der Informationsgehalt, sofern beispielsweise nur wenige Merkmalskategorien a^{Typ}_i des Merkmals Aktivitätstyps a^{Typ} definiert werden. Das heißt: Je stärker zusammengefasst wird und je kleiner damit der Umfang des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y^X})$ wird, desto geringere inter- oder intrapersonelle Differenzen lassen sich im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten grundsätzlich erkennen [Schmiedel 1984].

Über die Betrachtungsebene einzelner Tätigkeiten A, Ortsveränderungen W bzw. Weg-Aktivitäts-Folgen WA hinausgehend richtet sich im Nachstehenden der Fokus auf deren Sequenzen. Der Alltag von Personen ist im Sinne eines fortwährenden Handlungsstromes durch eine chronologische Abfolge zahlreicher Aktivitäten A bzw. Ortsveränderungen W gekennzeichnet. Hierfür wird der Begriff des Wege-Aktivitätenmusters s eingeführt. Stärker formalisiert gesehen, handelt es sich bei einem Wege-Aktivitätenmuster s um eine endliche zeitliche Abfolge von K Zuständen $\mathbf{y^x_i}$ in einem festgelegten Makrozeitabschnitt. Für die Zustandsfolge soll eine abkürzende Notation verwendet werden: Hierbei bezeichnet statt der „Langform“ $\mathbf{y^x_i}$ nun $\mathbf{z}$ den Zustandsvektor aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen Y. Entsprechend wird die Zustandsabfolge als $(\mathbf{z_1},\mathbf{z_2},\mathbf{z_k}... \mathbf{z_K})$ mit Zustand $\mathbf{z_k} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y^x})$ und Position k = 1,2,..... definiert. Dabei bedeutet $\mathbf{z_k}$ Zustand $\mathbf{z}$ an der Stelle k der Sequenz.

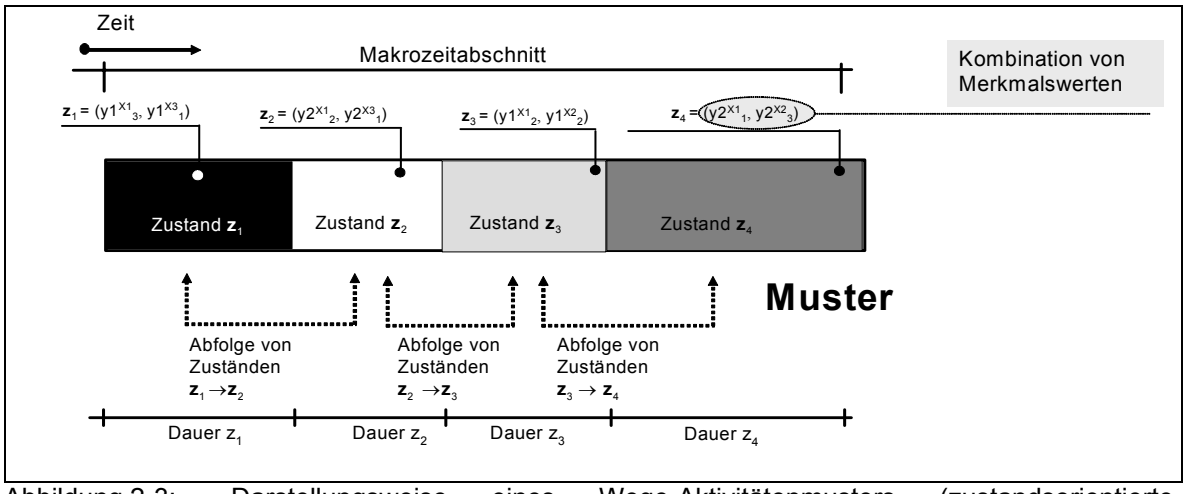


Abbildung 2-3: Darstellungsweise eines Wege-Aktivitätenmusters (zustandsorientierte Schreibweise) [eigene Darstellung]

In Anlehnung an *Bakemann et al.* [1995] lässt sich das Wege-Aktivitätenmuster s in verschiedene Sequenzformen unterschiedlicher Auflösung im Hinblick auf die zeitliche Facette des

Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens darstellen (vgl. Abbildung 2-4): Ereignisreihen („event sequences"), Dauerreihen („state sequences") Ereignisdauerreihen („time event sequences") und Intervallreihen („interval sequences"). Zu beachten ist bei der letztgenannten: In Abhängigkeit einer zu definierenden Regel kann je Zeitschritt Δt nur ein Zustand **z** zugeordnet werden, wodurch eine Abbildungsverzerrung entsteht. Lage y^{Zeit} und Dauer y^{Dau} der abgebildeten Ereignisse **z** weichen mehr oder weniger von der Realität ab. Je kürzer diese Zeitabschnitte Δt sind, desto geringer wird die Ungenauigkeit der Abbildung.

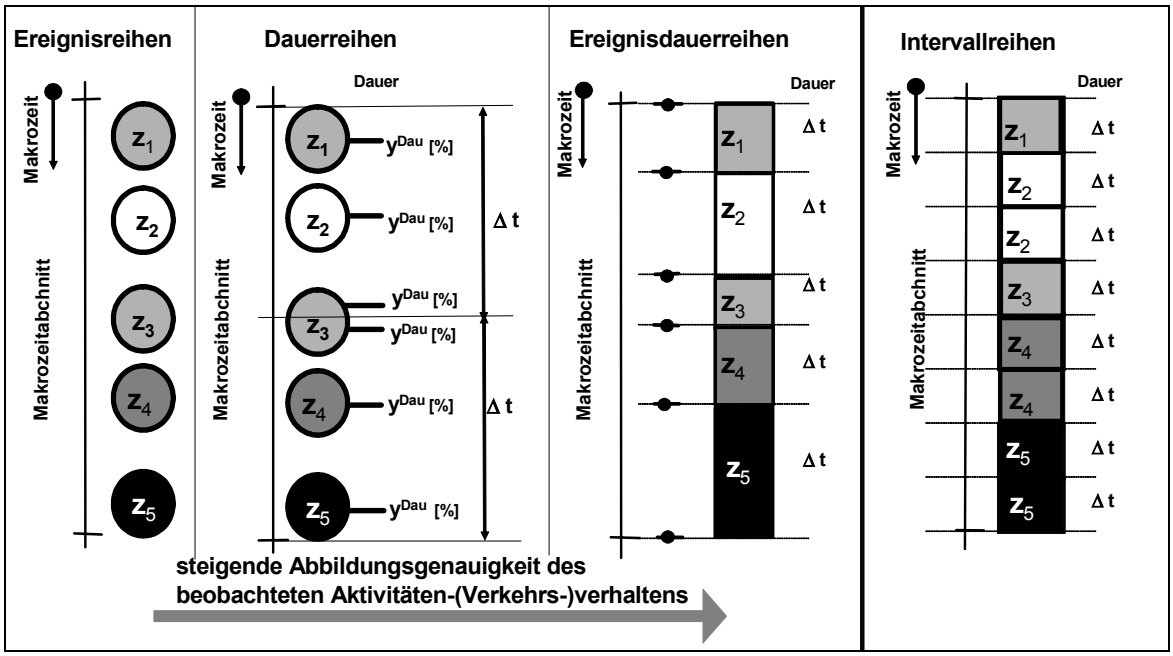


Abbildung 2-4: Darstellungsweisen von Wege-Aktivitätenmustern in Sequenzform

Als weiterer Gesichtspunkt der Beschreibung aktivitäten- bzw- ortsveränderungsbezogener Handlungen Y kommt die Erläuterung der Zusammenhänge bei den Entscheidungsvorgängen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens hinzu, wobei folgende Konstellationen denkbar sind. Es bestehen

- *erstens* keine Zusammenhänge zwischen den Merkmalen y^X bzw. den dazugehörigen Merkmalswerten y^X_i des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens,
- *zweitens* keine Interdependenzen bzw. Dependenzen zwischen den Ereignissen Y,
- *drittens* wechselseitige oder aufeinanderfolgende Beziehungen zwischen aktuellen und vorausgehenden bzw. zukünftigen Handlungen Y - als horizontale Abhängigkeiten bezeichnet (vgl. Abbildung 2-5) -,
- *viertens* wechselseitige oder aufeinanderfolgende Verbindungen zwischen den einzelnen Merkmalen y^X den dazugehörigen Merkmalswerten y^X_i des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - auch vertikale Abhängigkeiten genannt (vgl. Abbildung 2-5) - oder
- *fünftens* sowohl horizontale Zusammenhänge zwischen Ereignissen Y als auch vertikale Verknüpfungen zwischen den Merkmalen y^X bzw. den dazugehörigen Merkmalswerten y^X_i des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens.

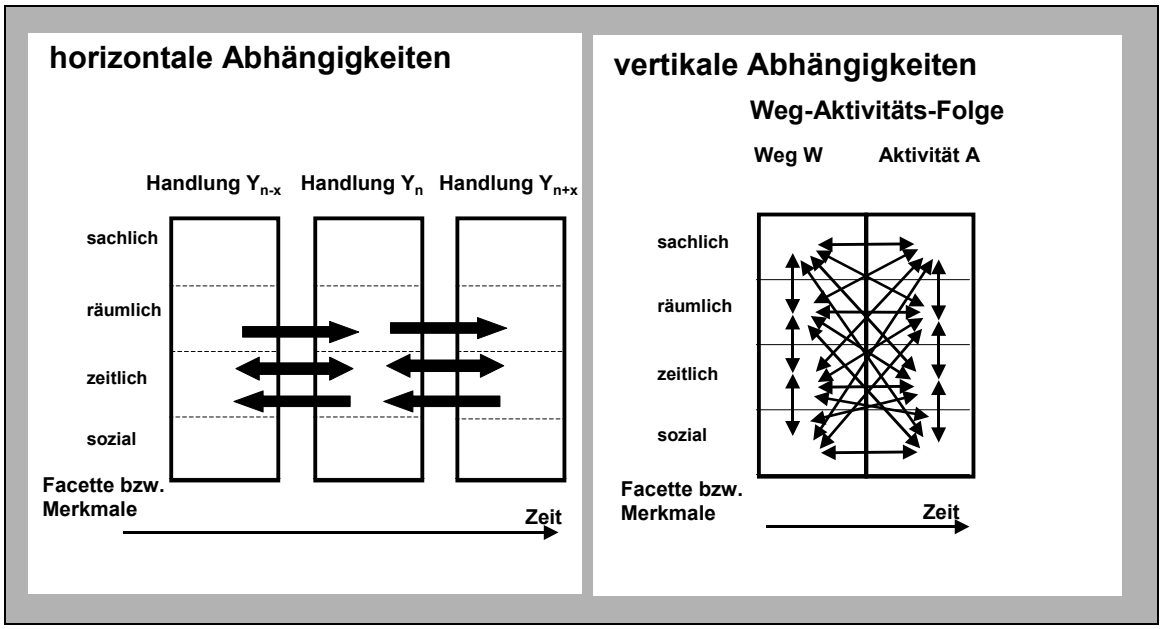


Abbildung 2-5: Interdependenzen und Dependenzen von Entscheidungen bei aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlungen

- vertikale Abhängigkeiten zwischen den Merkmalen y^X des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens
  Zwischen den einzelnen Merkmalen von Aktivitäten bzw. Wegen als Ergebnis eines Entscheidungsprozesses sind Wechselbeziehungen vorhanden, ohne dass letzten Endes genau bekannt ist, welche Interdependenzen und welcher Grad gegenseitiger Abhängigkeit besteht [Gärling et al. 1997]. Betrachtet man beispielsweise die Wahl eines Aktivitätsortes a^{Ort} und eines Verkehrsmittels w^{Vm}, so kann davon ausgegangen werden, dass je nach Situation zwischen beiden Entscheidungen möglicherweise eine enge Verbindung existiert: Die Erreichbarkeit bestimmter Orte setzt unter Umständen die Verfügbarkeit eines bestimmten Verkehrsmittels voraus [Holz-Rau 1990]. Ebenso wird vermutet, dass die Art der gewählten Aktivität und die Zielwahl stark korrelieren, da bestimmte Tätigkeiten nur an bestimmten Orten ausgeübt werden können [Ettema 1996, Kitamura et al. 1998]. Ein weiterer Aspekt betrifft den Zusammenhang zwischen der Dauer der Ortsveränderung w^{Dau} und der Aktivitätsdauer a^{Dau}. Empirische Untersuchungen von *Djist et al.* [2000] und *Djist et al.* [2002] belegen, dass in Abhängigkeit des Aktivitätstyps a^{Typ} relativ konstante Verhältnisse zwischen beiden zeitlichen Attributen bestehen. Bei kürzerer Aktivitätsdauer a^{Dau} wird ein geringerer Zeitaufwand für die Fortbewegung toleriert; umgekehrt kann auch die Reisedauer w^{Dau} größer sein, um einen Aktivitätsort a^{Ort} zu erreichen, wenn die Tätigkeit A dort einen größeren zeitlichen Umfang einnimmt.

- horizontale Abhängigkeiten zwischen aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlungen Y im zeitlichen Verlauf
  - Zwischen zeitlich auseinanderliegenden ähnlichen aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlungen Y (vorherige bzw. zukünftig geplant) können Zusammenhänge bestehen, die als zeitliche Periodizitäten zu deuten sind. Beispielsweise zeigen die Ergebnisse einer empirischen Analyse von *Schönfelder et al.* [2000] Tendenzen, dass ein Realisierungszyklus von einem Tag bei vielen obligatorischen Aktivitäten vorhanden ist; während bei einigen Einkaufs- und Freizeittätigkeiten wöchentliche Rhythmen der Ausübung typisch sind.

- Weiter existieren Beziehungen zwischen aufeinanderfolgenden aber unterschiedlichen Handlungen Y, die als charakteristische Abfolgen zu bezeichnen sind. Einen empirischen Befund für die Existenz dieses Zusammenhangs unter Ausschluss des Einflusses der Uhrzeit liefert eine Studie von *Dollase et al.* [2000]: Aus der systematischen Variation der Reihenfolge vordefinierter Tätigkeiten A und deren Beurteilung im Rahmen einer experimentellen Untersuchung lässt sich schließen, dass es günstige und ungünstige Abfolgen von Aktivitäten A gibt. Reihenfolgen im Sinne von „erst die Arbeit dann das Spiel“ werden beispielsweise von den Untersuchungsteilnehmern eher präferiert. Tabelle 2-6 fasst die horizontalen Beziehungen zusammen, welche dynamischen Einflussfelder und dazugehörige Indikatoren vorhanden sind.

Tabelle 2-6: dynamische Einflussfelder und Indikatoren der zeitlichen Facette des Raum-Zeit-Verhaltens

Einflussfelder	**Indikatoren**
Häufigkeit	Anzahl identischer Handlungen Y (gleiche bzw. ähnlicher Zustand **z**) in einer bestimmten Makrozeitspanne
Abfolgegewohnheiten von Handlungen Y	Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen unterschiedlichen Handlungen Y
Realisierung der Handlungen Y in der Vergangenheit	Zeitdauer der letzen Realisierung der Handlungen Y
geplante Realisierung Handlungen Y in der Zukunft	Zeitdauer bis zur nächsten Realisierung der Handlungen Y
Rhythmen in Abhängigkeit von Tages-, Wochen-, Jahreszeiten (latente Zeitstrukturen)	Wahrscheinlichkeit der Realisierung bestimmter Handlungen Y zu bestimmten Tages-, Wochen-, Jahreszeiten
Reisezeitbudget	verbrauchte Zeit für Wege W innerhalb einer Makrozeitspanne (Tag, Woche usw.)
Stabilitäten zwischen Reisedauer und Dauer der Handlungen Y	Quotient Reisedauer zu Gesamtdauer der Handlungen Y

2.2.3 Verbindungen zwischen den Elementen

Nachdem sowohl die beiden Ebenen des Theoriemodells als auch die einzelnen Elemente vorgestellt sind, sollen nun die Verbindungen zwischen den Elementen Umwelt, Individuum, Handlung und den Handlungsfolgen betrachtet werden. Dabei ist zunächst anzumerken, dass zwischen dem realen Entscheidungs- und Handlungsablauf des Raum-Zeit-Verhaltens und dessen prozesshaften Fortgang als Abbildung im Theoriemodell durchaus eine Diskrepanz bestehen kann [Werlen 2000]. In Analogie zu *Esser* [1996] werden drei (Verknüpfungs-„Logiken“) aufgegriffen.

- Logik der Situation

Die Logik der Situation verknüpft die Makro-Ebene der Umwelt mit der Mikro-Ebene der Person, indem sie die Handlungsabsichten der Person im Hinblick auf die Realisierung von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W mit den Zwängen und Möglichkeiten der Umwelt koppelt [Esser 1996]. Die Handlungstheorie geht davon aus, dass individuelle Ziele Voraussetzung für Handlungen sind [Erke 2000, Werlen 2000]. *Erke* [2000] differenziert zwischen Zielen materieller (erzielter Lohn,

eingesparte Fahrtkosten usw.) und gefühlsmäßiger bzw. ideeller Art (Prestige, Einstellungen, Motive usw.), die bei Handlungsintentionen sowohl getrennt als auch überlagert vorhanden sein können. Eine andere Unterscheidung nehmen *Gärling et al*. [1996] vor:

- *Einerseits* existiert der unmittelbare Nutzen aus der Realisierung einer Aktivität („process utility"), der beim Einkauf beispielsweise von der Bedienungsqualität abhängt.
- Und *andererseits* gibt es den erwarteten Nutzen, ein Ziel durch die Realisierung einer Tätigkeit A bzw. eines Weges W zu erreichen („goal utility"). Beispielsweise ist der zielbezogene Nutzen bei Versorgungstätigkeiten durch die Auswahlmöglichkeiten an Gütern repräsentiert.

Im Rahmen der prozesshaften Situationsdefinition findet als „inneres Tun" (covertes Handeln) auf Personenebene eine subjektive Rahmung durch Verknüpfung innerer und objektiv äußerer Bedingungen statt, die alle Aspekte der Organisation und Reorganisation von Aktivitäten A bzw. Wegen W einschließt. Dazu sind zwei Schritte notwendig: zuerst die Kognition der Umwelt und dann die Orientierung. Der Vorgang der Kognition dient dabei zur Wahrnehmung der Umwelt und zur Informationsverarbeitung. Das heißt: Während des Zeitplanungsprozesses werden die Alternativen und Bedingungen der Umwelt über Filterprozesse der Wahrnehmung und der Verhaltenssteuerung - z. B. beschränken Neigungen, Erwartungen und Lernprozesse die infrage kommenden Auswahlmöglichkeiten - individuell (vor-)strukturiert. Anschließend erfolgt die Orientierung durch Bewertung der Situation. Eine objektive Situation wird in eine subjektive Situation umgewandelt, indem die Handlungsalternativen der Aktivitäten A und Ortsveränderungen W mit individuellen Wertigkeiten versehen werden [Beckmann 1983, Werlen 2000, Esser 2001c]. Je nachdem ob die Bewertung von Handlungsfolgen eine Rolle spielt oder nicht, kann grundsätzlich zwischen zwei Ansätzen der „Einstellung-Verhalten Verbindung" auf die Situation und damit Typen des Handelns unterschieden werden:

- Im so genannten Konsistenzmodell wird eine direkte Verbindung zwischen Einstellung und Verhalten angenommen (ohne Bewusstseinsleistung). Dieses eignet sich damit gut für die Erklärung von Routinen [Esser 2001c].
- Hingegen berücksichtigt die andere Alternative - die Theorie des überlegten Handelns („Theory of Reasoned Action" (TORA)) von Ajzen und Fishbein – die Konsequenzorientierung des Handelns. Notwendig sind dafür individuelle Reflexions- und Kalkulationsleistungen [Gärling et al. 1993, Esser 2001c].

Welche Faktoren die Bewertung einer Handlung beeinflussen, versucht Gleichung 2-1 im Sinne einer Modellvorstellung wiederzugeben. Grundsätzlich ist dabei anzumerken, dass die Priorität $P(\mathbf{y}^{X}_{i})$ von Tätigkeiten A und Wegen W sowohl durch eine hohe Subjektivität als auch durch eine situationsspezifische Dynamik charakterisiert ist [Cullen et al. 1975].

Gleichung 2-1: $$P(\mathbf{y}^{X}_{i}) = f(\mathbf{y}^{XV}_{i}, \mathbf{y}^{XH}_{i}, \mathbf{i}_{j}, \mathbf{u}^{raum}_{j}, \mathbf{u}^{soz}_{j}, \mathbf{u}^{inst}_{j})$$

$P(\mathbf{y}^{X}_{i})$: Bedeutung einer aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlung Y

$\mathbf{y}^{XV}_{i}$: Zustandsvektor der vertikalen Merkmalswerte der aktivitäten- bzw. ortsveränderungs-bezogenen Handlung Y (vgl. Tabelle 2-6)

$\mathbf{y}^{XH}_{i}$: Zustandsvektor der horizontalen Merkmalswerte der aktivitäten- bzw. ortsveränderungs-bezogenen Handlung Y (vgl. Tabelle 2-5)

$\mathbf{i}_{j}$: Zustandsvektor der Merkmalswerte der Eigenschaften und Möglichkeiten des Individuums (vgl. Tabelle 2-4)

$\mathbf{u}^{raum}_{j}$: Zustandsvektor der Merkmalswerte der (verkehrs-)infrastrukturell-räumlichen Umwelt (vgl. Tabelle 2-2)

$\mathbf{u}^{soz}_{j}$: Zustandsvektor der Merkmalswerte der sozialen Umwelt (vgl. Tabelle 2-4)

$\mathbf{u}^{inst}_{j}$: Zustandsvektor der Merkmalswerte der institutionell-kulturellen Umwelt (vgl. Tabelle 2-3)

Eine tiefgründigere Betrachtung des Vorgangs des Handlungsentwurfs („covertes Handeln“) führt zum Prozess der Zeitplanung. Je nachdem, ob die letztlich durchgeführte Handlung weit im Voraus geplant ist oder spontan umgesetzt wird, variiert deren zeitlicher Horizont - im Folgenden als Modus der Zeitplanung m_{Zeit} bezeichnet. Auf ein mögliches Übergehen der Planungsphase im Sinne des Konsistenzmodells bei Routinehandlungen - beispielsweise beim gewohnheitsmäßigen Zähneputzen nach dem Frühstück -, weist *Erke et al.* [2000] hin. In grober Anlehnung an *Doherty* et al. [2002] wird folgendes Modellkonzept formuliert: Hergestellt wird ein Zusammenhang zwischen der subjektiven Bewertung der Priorität eines Zeitplanungsvorganges $P(\mathbf{y}^{X}_{i}, \mathbf{y}^{X}_{j}, \omega)$ im Verlauf der Organisation und Reorganisation von Tages-, Wochenabläufen usw. und Entscheidungsfaktoren [vgl. Gleichung 2-2]. Die Art des Zeitplanungsvorgangs ω, der Modus der Zeitplanung m_{Zeit} und die Bedeutung $P(\mathbf{y}^{X}_{i})$ der bereits terminierten bzw. der Stellenwert $P(\mathbf{y}^{X}_{i})$ der neu zu planenden Handlung oder Nicht-Handlung Y zählen zu den relevanten Faktoren, welche die Wertigkeit $P(\mathbf{y}^{X}_{i}, \mathbf{y}^{X}_{j}, \omega)$ eines Zeitplanungsvorganges determinieren.

Gleichung 2-2: $$P(\mathbf{y}^{X}_{i}, \mathbf{y}^{X}_{j}, \omega) = f(m_{Zeit}, \omega, P(\mathbf{y}^{X}_{i}), P(\mathbf{y}^{X}_{j}))$$

$P(\mathbf{y}^{X}_{i}, \mathbf{y}^{X}_{j}, \omega)$: Priorität von einem Zeitplanungsvorgang

m_{Zeit}: Modus der Zeitplanung (spontan, ..., gewohnheitsmäßig)

ω: Art des Zeitplanungsvorgangs (verwerfen, hinzufügen, ersetzen)

$P(\mathbf{y}^{X}_{i})$: Priorität einer bereits vorgesehenen aktivitäten- bzw. orts-veränderungsbezogenen Handlung oder einer Nicht-Handlung

$P(\mathbf{y}^{X}_{j})$: Priorität einer neu geplanten aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlung oder einer Nicht-Handlung

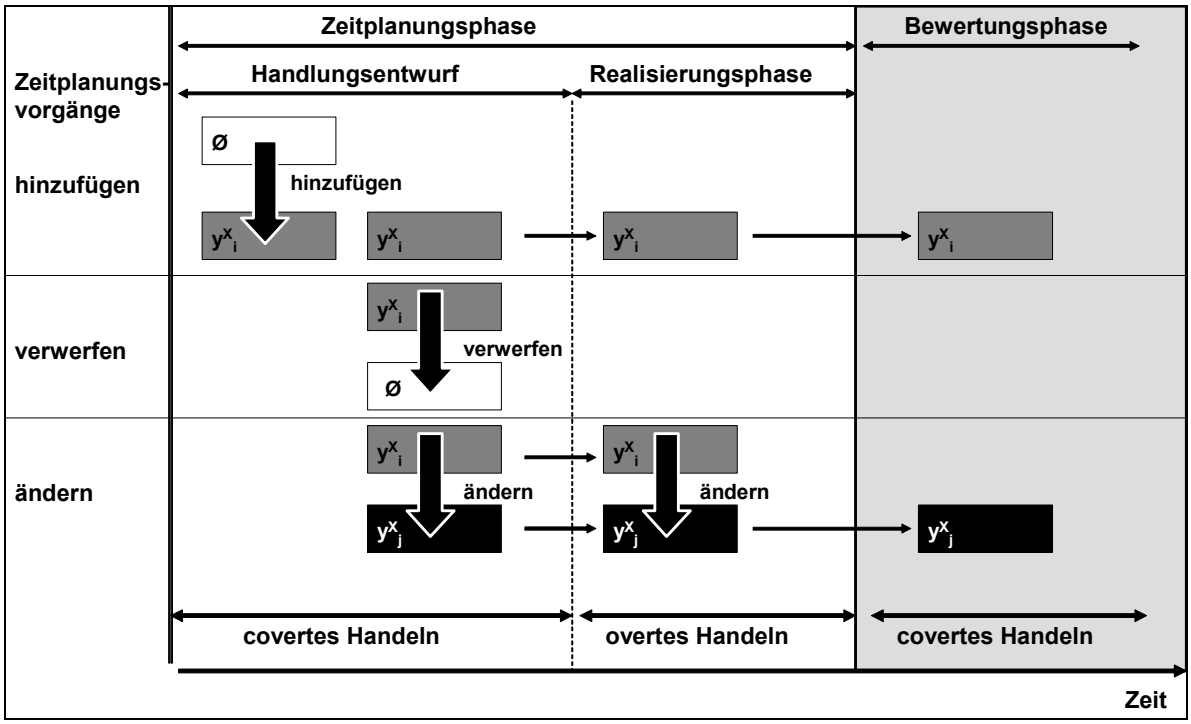


Abbildung 2-6: Modellvorstellung der individuellen Handlungsabfolge Zeitplanung, Realisierung und Bewertung [eigene Darstellung]

- Logik der Auswahl

Der zweite Schritt verknüpft die Elemente Person und Handlung auf der Mikroebene, indem zwischen der subjektiven Situation des Individuums und der Auswahl einer bewerteten aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlung Y eine Verbindung geschaffen wird (vgl. Abbildung 2-2). Ergebnis des Prozesses der Handlungsrealisierung kann sowohl die Umwandlung der subjektiven Situation in eine Aktivität bzw. einen Weg (overtes Handeln) als auch das Unterlassen dieser Aktionen sein [Werlen 2000]. Zu Erklärung und Modellierung, wie Personen sich entscheiden, ist ein handlungstheoretischer Ansatz erforderlich, der eine Ursache-Folge-Beziehung zwischen

- *erstens* der subjektiv wahrgenommenen, strukturierten Situation (Kognition),
- *zweitens* der Bewertung der möglichen Konsequenzen der Realisierung einer Tätigkeit bzw. Ortsveränderung (Orientierung) und
- *drittens* der Auswahl einer Handlungsalternative herstellt.

Dabei stellt sich die Frage, welche Handlungsregeln zugrunde gelegt werden und damit welchem „Menschenbild“ gefolgt werden soll. *Esser* [1996] differenziert dabei zwischen mehreren Modellen mit unterschiedlich idealisierten Vorstellungen vom Menschen, die im Folgenden kurz erläutert werden:

- homo oeconomicus (zweck-rational)
  Der zweckrational handelnde homo oeconumicus wählt im Abwägungsprozess diejenige Alternative mit dem größten subjektiven Nutzen (Prinzip der Nutzenmaximierung). Im Rahmen vorhandener Zwänge werden Entscheidungen unter der Voraussetzung vollständiger Information getroffen. Das heißt: Das persönliche Wissen entspricht den objektiv vorhandenen

Erkenntnissen, indem beispielsweise die Person bei einer Verkehrsmittelwahlentscheidung den Fahrplan der U-Bahn, der Straßenbahn usw. kennt. Weiterhin wird bei diesem Handlungsmodell davon ausgegangen, dass feste und geordnete Präferenzen (Ziele, Motive, Wünsche usw.) vorliegen. Dies entspricht einer idealisierten Vorstellung des Menschen. Grenzen des homo oeconumicus liegen in der fehlenden Fähigkeit zu lernen, der unvollständigen Information und dem „Nichtzulassen" suboptimaler Lösungen [Werlen 2000, Esser 1996].

- homo sociologicus (normorientiert)
  Das Menschenmodell des homo sociologicus geht von der Hypothese aus, dass individuelles Handeln von gesellschaftlichen Erwartungen bestimmt ist. Dieses unterliegt also Rollen, Normen, Regeln usw. Im Gegensatz zum homo oeconomicus sind Restriktionen unbedeutend; auch spielt die Nutzenmaximierung keine Rolle [Werlen 2000, Esser 1996].
- „RREEM-Men" („Resourceful, Restricted, Evaluating, Expecting, Maximizing-Men") Modell
  Das sogenannte „RREEM-Men" Modell von *Lindenberg* [1985 zit. aus Esser 1996], integriert die Eigenschaften des homo sociologicus und des homo oeconomicus und erweitert das Spektrum deren Charakteristika um den Aspekt der Findigkeit: die kreative Fähigkeit von Menschen, neue und abweichende Lösungen aufzuspüren und zu verfolgen.

Auf welches dieser Handlungsmodelle zurückgegriffen wird, ist eine zentrale Problemstellung in der Verkehrsforschung, ohne dass der Aspekt hier weiter vertieft wird. Nach wie vor beruhen viele Modellansätze zur Abbildung des Entscheidungsverhaltens auf den Prämissen des homo oeconomicus. So bilden die Nutzenmaximierungsmodelle in Form von Logit-Ansätzen den mathematischen Kern vieler Verkehrsnachfragemodelle - beispielsweise zur Modellierung der Verkehrsmittelwahlentscheidung. Jedoch lassen sich bereits davon abweichende wissen-schaftliche Strömungen der Entwicklungen von Verkehrsnachfragemodellen erkennen, deren Entscheidungsregeln eher in Richtung des RREEM-Men-Modells tendieren: „Computational Process Models (CPM)" - die Verkehrsnachfragemodelle der „neuesten Generation" – be-rücksichtigen neben dem Prinzip der Nutzenmaximierung, individuelle Entscheidungsheuristiken der Zeitplanung, suboptimale Lösungen usw. [u. a. Ettema 1996, Gärling 1998, Arentze et al. 2000].

Ist eine Tätigkeit A bzw. ein Weg W ausgewählt und realisiert, so unterliegen deren Folgen zunächst einer individuellen Bewertung, die sowohl positiv als auch negativ ausfallen kann, durch die Bezugnahme auf die ursprünglich gefassten Ziele (vgl. Abbildung 2-6). Weiterhin ist zu beachten, dass diese Auswirkungen aus Sicht der handelnden Person gewollt oder unbeabsichtigt sein können. Das Resultat der Handlung - die Realisierung einer Aktivität A und/oder einer Ortsveränderung W - kann wiederum bei derselben Person zur Entstehung einer neuen Situation beitragen, so dass der Prozess eine interne Dynamik im Sinne eines Lernvorgangs aufweist. Ebenso gehen von einer individuellen Handlung kollektive Handlungsfolgen aus, wie im nächsten Abschnitt gezeigt wird [Werlen 2000].

- Logik der Aggregation

Der letzte Schritt - die Logik der Aggregation - verbindet in Form einer Mikro-Makro-Verknüpfung, es geht also von unten nach oben, individuelles Handeln mit den kollektiven Handlungsfolgen bzw.

Makrozuständen (vgl. Abbildung 2-2). Ausgangspunkt sind viele einzelne individuelle Handlungen Y unterschiedlicher Personen, deren Wirkungen über so genannte Transformationsregeln für die Deutung kollektiver Phänomene - beispielsweise der schwankenden Verkehrsbelastung im Tagesverlauf auf einem Streckenabschnitt - herangezogen werden. Transformationsregeln sind im Allgemeinen logische Begründungen zur Verbindung individueller Effekte und Makrozuständen, wobei zusätzlich formale und empirische Annahmen als (Rand-)bedingungen zu treffen sind [Esser 2001b]. Die kollektiven Effekte des Raum-Zeit-Verhaltens beeinflussen wiederum die Umwelt.

2.2.4 Veränderungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten

Zur Erklärung von Änderungen im Raum-Zeit-Verhalten lässt sich unterscheiden, ob eine exogene oder endogene Verursachung vorliegt. Das Grundmodell (vgl. Abbildung 2-2) wird dabei um die entsprechenden Einflüsse (**E**) ergänzt (vgl. Abbildung 2-7):

- Endogen ausgelöste Veränderungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten sind Bestandteil des individuellen Lebensverlaufs, der den Fortgang des Lebens einer Person als Abfolge von Zuständen (Rollen, Positionen usw.) und Ereignissen (Statusübergänge usw.) beschreibt. Das Erreichen des Rentenalters ist beispielsweise mit einem Statuswechsel verbunden. Endogene Veränderungen finden somit auf der Mikroebene der einzelnen Personen statt. Werden Personen älter, so durchlaufen sie Lebenszyklusphasen, die mit spezifischen individuellen Möglichkeiten und Restriktionen einhergehen und somit auch deren Raum-Zeit-Verhalten dauerhaft oder zeitweise, reversibel oder irreversibel prägen. Ebenso können sich individuelle Motive, Präferenzen, Werthaltungen, Orientierungen usw. wandeln, was ebenfalls zu Änderungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten führen kann. Möglicherweise spielen dabei auch in der Vergangenheit gesammelte Erfahrungen eine Rolle [Kunert 1992].

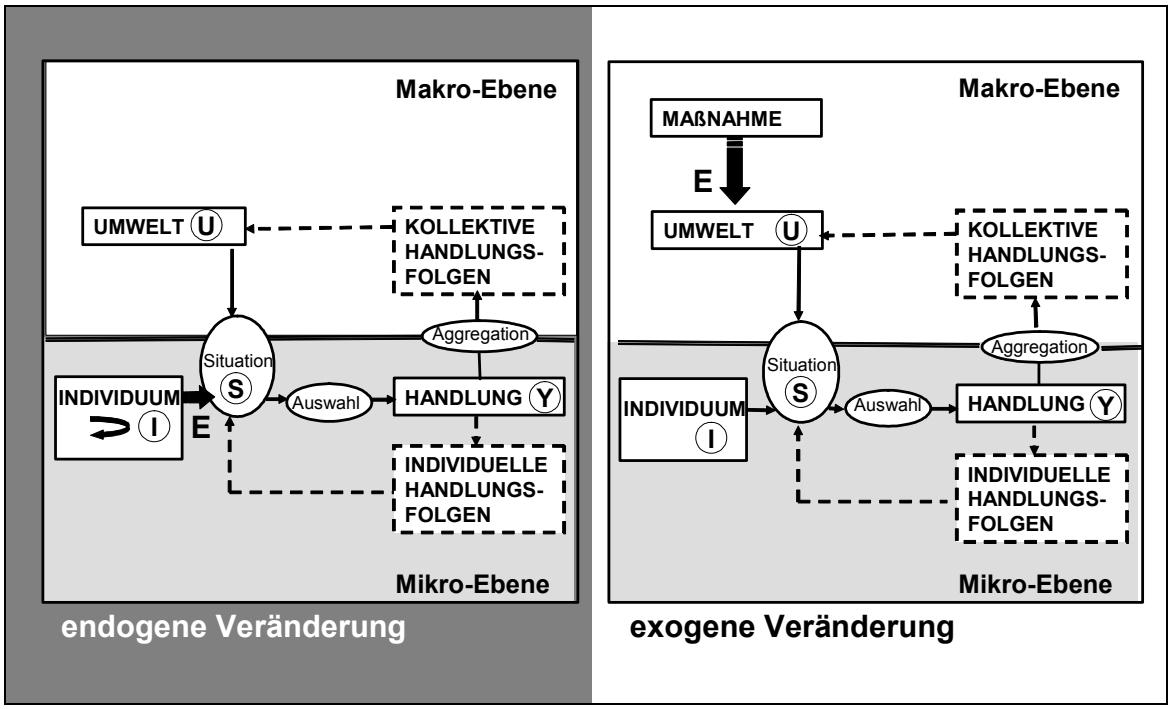


Abbildung 2-7: Endogene und exogene Veränderungen [eigene Darstellung]

- Exogen induzierte Veränderungen ereignen sich hingegen auf der Makroebene der Umwelt. Sie sind somit für den Einzelnen kaum beeinflussbar und betreffen viele Personen. Wenn sich die Bausteine der Umwelt ändern (z. B. Bau einer neuen U-Bahn, Veränderung der Ladenöffnungszeiten, Erhöhung der Benzinpreise, Absenkung des Rentenalters usw.), so wirkt sich dies möglicherweise auf individuelles Raum-Zeit-Verhalten aus. Betrachtet man hier den für die Verkehrsplanung relevanten Ausschnitt auf der Systemebene - die (verkehrs-)infrastrukturelle Umwelt -, so wird *einerseits* gezielt versucht diese zu beeinflussen, um einen als unbefriedigt wahrgenommenen Ausgangszustand zu verbessern. *Andererseits* wandeln sich Rahmenbedingungen (z. B. Wirtschaftsverhältnisse) außerhalb eines engeren Gestaltungsbereiches der Verkehrsplanung als Folge vieler individueller Handlungen und deren kollektiven Handlungsfolgen. Diese tragen als externe Größen ebenso zur Definition der Umwelt bei und sind demnach grundsätzlich nicht vernachlässigbar [Zumkeller 1989, Kunert 1992].

2.2.5 Dynamisierung von Prozessen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Ausgehend vom erläuterten Grundmodell (vgl. Abbildung 2-2) kann dieses in Richtung einer Dynamisierung weitergeführt werden (vgl. Abbildung 2-8).

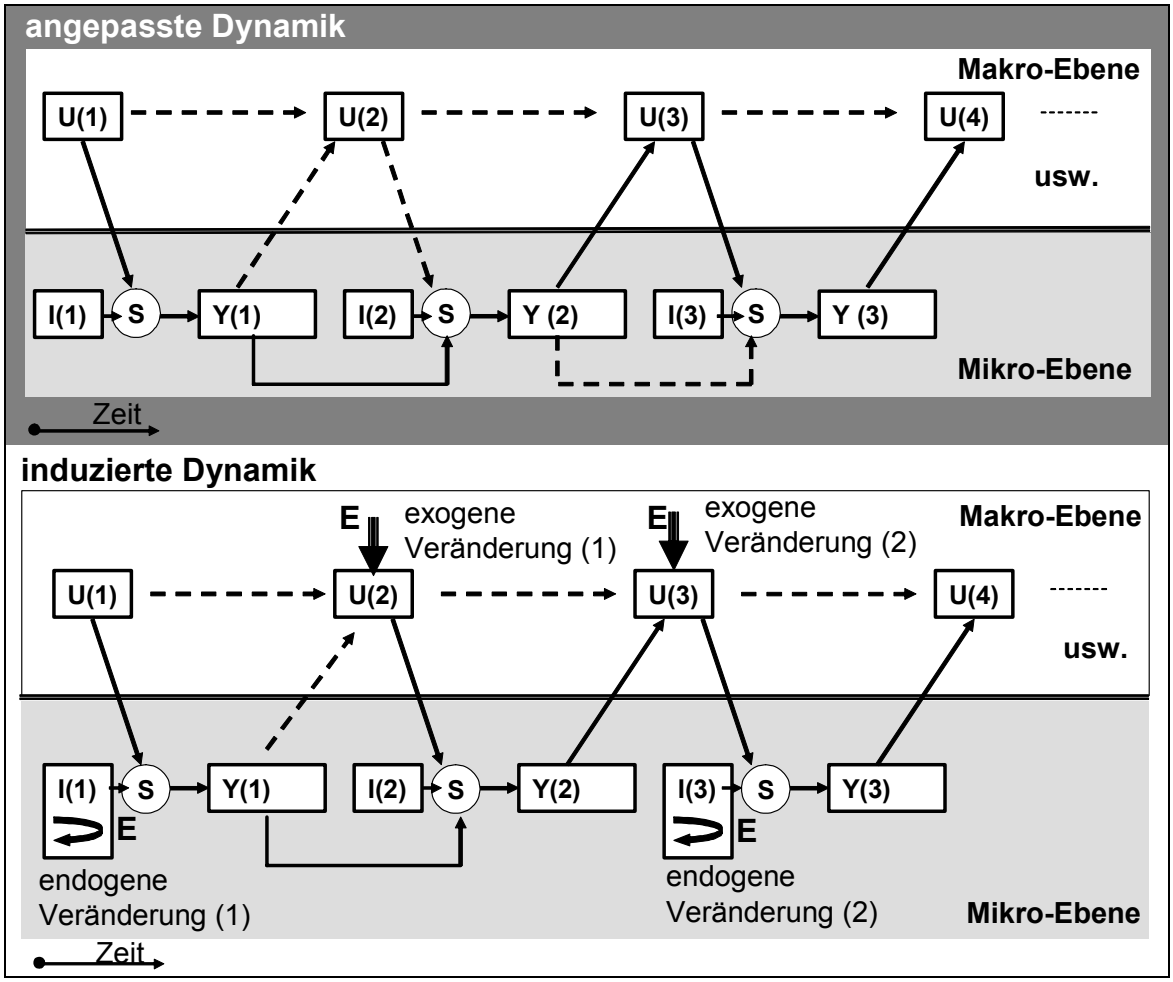


Abbildung 2-8: angepasste und induzierte Dynamik von Prozessen aktivitäten- und ortsveränderungsbezogener Handlungen [modifiziert nach Esser 1996]

Zur Erklärung von Prozessen der Ausübung von Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W soll zwischen angepasster und induzierter Dynamik unterschieden werden:

- Wie bereits angedeutet, formen individuelle und kollektive Handlungsfolgen neue Ausgangssituationen für weitere Handlungen Y bei derselben Person I, so dass ein angepasster dynamischer Prozess in Gang kommt (vgl. Abbildung 2-8) [Esser 1996]. Es entstehen Sequenzen als Handlungsfolgen, die ein mehr oder weniger stabiles alltägliches Raum-Zeit-Verhalten von Personen beschreiben. Die intrapersonelle Variabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens lässt sich dabei in eine systematische (Rhythmen, Periodik usw.) mit typischen Abfolgen und eine zufällige Komponente aufteilen [u. a. Pas 1987, Hanson et al. 1988].
- Kommen jedoch endogene oder exogene Veränderungen als Prozesseinflüsse hinzu, so führt dies zu individuellen Anpassungsreaktionen im Raum-Zeit-Verhalten im Sinne einer induzierten Dynamik, die eher auf den Zeitebenen des Lang- bzw. Mittelfristverhaltens angesiedelt sind. Diese setzen nach einer Adaptionszeit wiederum den Rahmen für neues alltägliches Raum-Zeit-Verhalten auf der Kurzfristebene [Zumkeller 1989, Kunert 1992].

Tabelle 2-7 fasst zusammen, welche möglichen Ursachen als Anlass für Verhaltensreaktionen bei den verschiedenen Einflussfeldern infrage kommen

Tabelle 2-7: Komponenten der Dynamik bei verschiedenen Einflussfeldern [eigene Darstellung]

Einflussfelder	**Art der Dynamik**	**potenzieller Auslöser**
y^{XV}: vertikale Merkmale der Aktivität	keine	-
y^{XH}: horizontale Merkmale der Aktivität	angepasst	Rhythmen, latente Muster,…..
i: Merkmale der Person:	induziert-endogen	Veränderung Lebenszyklus,….
u^{raum}: (verkehrs-)infrastrukturell räumliche-Umwelt	induziert - exogen	Maßnahme, Rahmenbedingungen,..
u^{inst}: institutionell-kulturelle Umwelt	induziert-exogen	Maßnahme, Rahmenbedingungen,..
u^{soz}: soziale Umwelt	Induziert-exogen	Veränderung Familienzyklus

2.3 Fazit

Ausgehend von den erläuterten „Grundpfeilern“ der aktivitäten-orientierten Sichtweise (vgl. Abschnitt 2.1) ergeben sich für die vorliegende Arbeit mehr oder weniger stark ausgeprägte Bezugspunkte:

- Von zentraler Relevanz für das weitere Vorgehen ist die musterorientierte Perspektive des Raum-Zeit-Verhaltens, da Wege-Aktivitätenmuster s Gegenstand der Analyse sind.
- Es wird weiter versucht, durch die Verwendung eines neuartigen Verfahrens der Sequenzvergleichsanalyse auch Interdependenzen zwischen Tätigkeiten A (Wegen W) im Analyseprozess zu berücksichtigen. Der charakteristischen Abfolge von Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen („strukturelles Skelett“) soll dabei Rechnung getragen werden.
- Des Weiteren spielen Zusammenhänge des Zeitplanungsprozesses und Gesichtspunkte der subjektiven Bewertung von Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen („abgeleitete Nachfrage“) eine

große Rolle, da diese für die inhaltliche Ausrichtung der zur Distanzbestimmung von Wege-Aktivitätenmustern angewandten Sequenzvergleichsmethode aufgegriffen werden.
- Der Haushaltskontext und die Restriktionen unterschiedlicher Art werden im eigenen Ansatz nicht explizit betont. Gleichwohl werden jene Aspekte implizit berücksichtigt, indem beispielsweise Merkmale des Haushaltes als potenzielle Variablen k zur Erklärung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie in Betracht gezogen werden.
- Ohne Beachtung bleibt in der vorliegenden Arbeit der Rückkopplungsprozess zwischen dem alltäglichen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten und Entscheidungen übergeordneter Zeithorizonte.

Um individuelles Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten im weiteren Verlauf der Arbeit beschreiben, erklären und modellieren zu können, mussten zunächst dessen theoretische Grundlagen betrachtet werden. Im Mittelpunkt dieser Überlegungen standen geplante und realisierte aktivitäten- und ortsveränderungsbezogene Handlungen Y einzelner Personen. Es wurde versucht, dieses komplexe Handeln möglichst differenziert - jedoch modellhaft, das heißt als Abbild der Wirklichkeit - zum besseren Verständnis der Realität nachzuvollziehen. Anhand des Theoriemodells (vgl. Abbildung 2-2) wurde dargelegt, wie der individuelle Entscheidungsprozess der Organisation und Reorganisation von Tätigkeiten und Ortsveränderungen verläuft und welche vielfältigen Zusammenhänge und Einflüsse existieren. Die Grundstruktur des Zwei-Ebenen-Modells konstituiert sich aus vier Elementen: Umwelt, Situation, Handlung und Handlungsfolgen. Die genannten Elemente sind durch drei Schritte verbunden:
- Die Logik der Situation (Makro-Mikro-Übergang) behandelt, wie die Elemente der Umwelt individuelle Handlungsentscheidungen Y beeinflussen.
- Die Logik der Auswahl (Mikro-Mikro-Übergang) ergründet, welche Tätigkeit A bzw. Ortsveränderung W die Person realisiert.
- Die Logik der Aggregation (Mikro-Makro-Übergang) schließt ein, wie man vom Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten einzelner Personen zum Phänomen des Verkehrs gelangt.

Das Theoriemodell bildet einen konzeptionellen Rahmen:
- *erstens* für den zu konzipierenden musterorientierten Untersuchungsansatz zur Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens (vgl. Kapitel 4), um auf der Grundlage erhobener Daten Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen Erklärungsgrößen k bzw. deren Merkmalswerte k_j und individuellem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten - dargestellt in aggregierter Form als Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i - herzustellen,
- *zweitens* für die empirische Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens der Optimal Matching Technik am Untersuchungsgegenstand - dem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten (vgl. Kapitel 5) sowie
- *drittens* der prototypischen Anwendung des zu konzipierenden Multimethodenansatzes (vgl. Kapitel 7).

-

3 METHODOLGIE EMPIRISCHER ANALYSEN DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTENS: SYSTEMATIK ZUM STAND DER FORSCHUNG

3.1 Einleitung

Die Analyse des beobachteten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens ist Gegenstand einer Vielzahl unterschiedlicher empirischer Ansätze. Neben Forschungsbeiträgen, bei denen die intrapersonelle Verhaltensvariabilität im Mittelpunkt steht (u. a. *Pas* [1987], *Lipps* [2001], *Schlich* [2001], *Zimmermann* et al. [2001]), existiert eine weitere Betrachtungsebene. Diese widmet sich den Verhaltensunterschieden zwischen Personen - der interpersonellen Variabilität im Raum-Zeit-Verhalten. Da die Struktur infrage kommender methodischer Vorgehensweisen grundsätzlich auf beide Untersuchungszwecke übertragbar ist, beschränkt sich die folgende Abhandlung ausschließlich auf die interpersonelle Analyseperspektive. Zudem ist kein zusätzlicher Erkenntniszuwachs über inhaltliche Aspekte hinaus zu erwarten, sofern Forschungsbeiträge zur intrapersonellen Variabilität im Verkehrsverhalten mit einbezogen werden. Um die Entwicklung und den Stand der Wissenschaft zu dokumentieren und kritisch zu diskutieren, soll eine Systematik entwickelt werden, die eine Klassifikation verschiedener Untersuchungsansätze in erster Linie von methodischer Seite her erlaubt. Inhaltliche Gesichtspunkte stehen eher im Hintergrund. Der Einordnungs- und Darstellungsprozess der Methodologie empirischer Analysen des Raum-Zeit-Verhaltens gliedert sich in zwei Stufen:

- Im *ersten* Teil wird ein übergeordnetes Ordnungsraster vorgestellt, das eine Kategorisierung bisheriger empirischer Arbeiten zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten im interpersonellen Kontext erlaubt: die globale Systematik (vgl. Abschnitt 3.2).
- Der *zweite* Teil - die spezielle Systematik - widmet sich in einer vertiefenden Betrachtung einer wichtigen Untergruppe: den musterorientierten Analysen (vgl. Abschnitt 3.3), denn jene sind für den Untersuchungsansatz der vorliegenden Arbeit von grundlegender Bedeutung.

3.2 Globale Systematik

3.2.1 Kriterien zur Einordnung der Untersuchungsansätze

Im Rahmen der ersten Stufe sollen für eine grobe Unterscheidung die Kriterien

a) Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens,
b) Untersuchungsstrategie und
c) Analyseprinzip der statistischen Methoden

zugrunde gelegt werden, die im Folgenden genauer erläutert werden. Abbildung 3-1 zeigt ein Drei-Ebenen-Struktogramm, das als Klassifikationsschema dienen soll.

a) Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens

Wie bereits in Kapitel 2 erläutert, kann Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf unterschiedliche Art und Weise betrachtet werden [vgl. Burnett et al. 1981].

- Eine musterorientierte Sichtweise des Raum-Zeit-Verhaltens betont die Ganzheitlichkeit der Wege-Aktivitätenmuster und berücksichtigt damit die Unteilbarkeit des menschlichen Verhaltens. Bewahrt bleibt die temporale Struktur des Abbildungsgegenstandes: die zeitliche Reihung von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W. Möglicherweise werden jedoch im Verlauf des Analyseprozesses die multiplen Zustände $\mathbf{y^X_i}$ der Wege-Aktivitätenmuster in mehrere einfache Zustände $\mathbf{y^X_i}$ bestehend aus Ausprägungen y^X_i jeweils eines Merkmals y^X getrennt, so dass mehrere Subsequenzen entstehen. Nicht aufgegeben wird jedoch dabei das Prinzip einer musterorientierten Darstellungsweise (vgl. Kapitel 2).
- Eine weitere Ausgangsbasis für empirische Analysen sind die Kenngrößen des Raum-Zeit-Verhaltens. Zu diesen Verhaltensparametern zählen beispielsweise: die Dauer der Ortsveränderung w^{Dau}, die Fortbewegungsart w^{Vm} usw. Da jene Kenngrößen y^X durch Extraktion entsprechender Informationen aus den Wege-Aktivitätenmustern gewonnen werden, repräsentieren diese das Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten nur noch partiell.

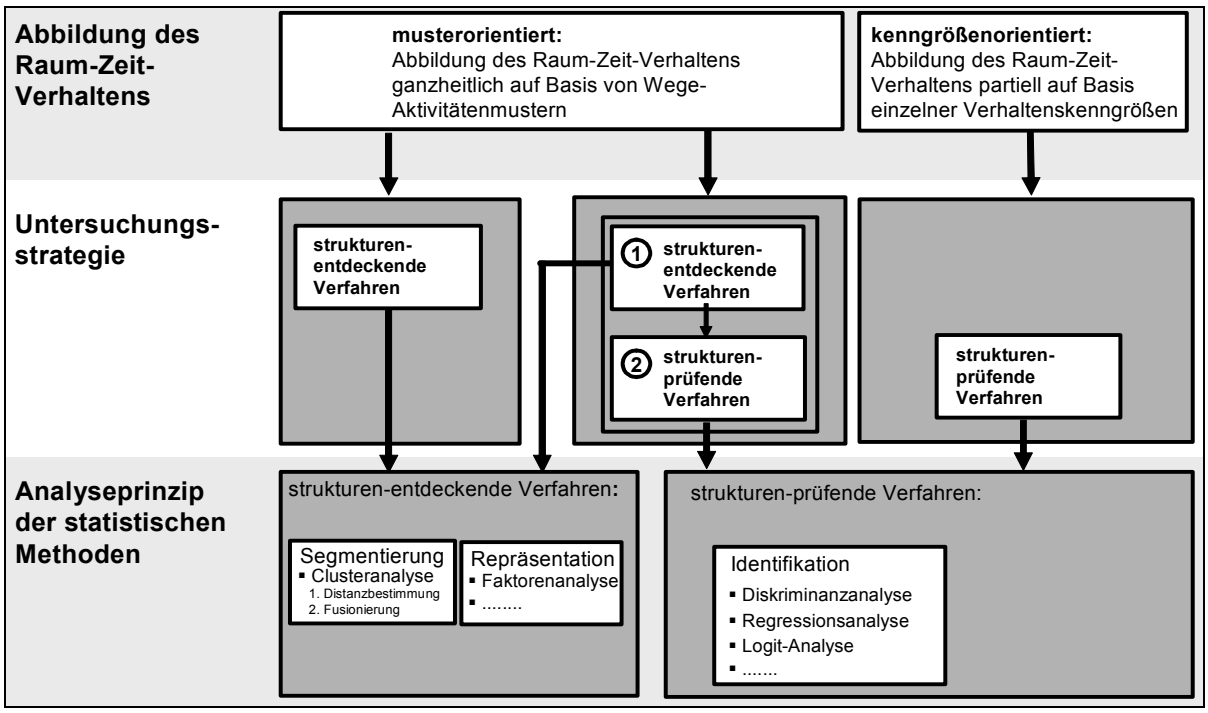


Abbildung 3-1: Klassifikationsschema Untersuchungsansätze des Raum-Zeit-Verhaltens (globale Systematik) [eigene Darstellung]

b) Untersuchungsstrategie

Die Vorgehensweise bei der Datenanalyse ist das nächste Unterscheidungskriterium. Bevor auf die Anordnung der Untersuchungsschritte näher eingegangen wird, ist vorher zu klären, welches statistische Grundprinzip den Analyseverfahren zugrunde liegt. Im Hinblick auf die grundsätzliche Ausrichtung lassen sich diese Methoden in die zwei Kategorien einteilen: strukturen-erkennend (explorativ) und strukturen-prüfend (induktiv). Deren Zweck soll zunächst beschrieben werden.

▪ Anwendung strukturen-erkennender Verfahren: Bildung von Typologien

Durch den Einsatz strukturen-erkennender Methoden aus dem Bereich der multivariaten Statistik wird das Ziel verfolgt, bislang unbekannte strukturelle Gemeinsamkeiten zwischen

Wege-Aktivitätenmustern s bzw. š mit s, š ∈ S zu entdecken und darauf aufbauend jene zu kategorisieren. Das heißt: Zusammengefasst werden sollen diejenigen Sequenzen s mit ähnlichen Zusammen-setzungen, Dauern, Lagen und Abfolgen von Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W. Zur Aufdeckung dieser Beziehungen wird auf das Konstrukt der Typologie zurückgegriffen. Dessen begriffliche Definition erfordert eine Unterscheidung in zwei Betrachtungsebenen, wie Abbildung 3-2 veranschaulicht.

- Gegenstand der Ebene der Typologie ist die Abgrenzung zwischen den einzelnen Typen (Klassen). Entsprechend stehen hier die Unterschiede zwischen den einzelnen Typen – hier Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i - im Vordergrund, die hinreichend groß sein sollen. Darüber hinaus stellt die Ebene der Typologie aber auch eine Verbindung zwischen den einzelnen Typen S_i her, da diese im Untersuchungsfall zu einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie zusammengefasst werden. Ziel ist es dabei, eine Typologie zu finden, die aus einer möglichst geringen Anzahl I von Typen S_i besteht [Kluge 1999].
- Hingegen besteht die Ebene des Typus aus einzelnen Typen - hier Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i -, in denen Wege-Aktivitätenmuster s mit s ∈ S aufgrund von Ähnlichkeiten vereint sind. Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i umfassen alle diejenigen Wege-Aktivitätenmuster s, die dieser Klasse angehören. Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i repräsentieren auf Aggregatebene das mittlere Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten des Typus S_i [Schmiedel 1984, Kluge 1999].

Entsprechend folgt der Gruppierungsprozess dem Grundprinzip, dass

- *erstens* verschiedene Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i eine möglichst große Unähnlichkeit erkennen lassen sollen (externe Heterogenität) und
- *zweitens* Wege-Aktivitätenmuster s desselben Typus S_i untereinander möglichst ähnlich sein sollen (interne Homogenität) [u. a. Schmiedel 1984].

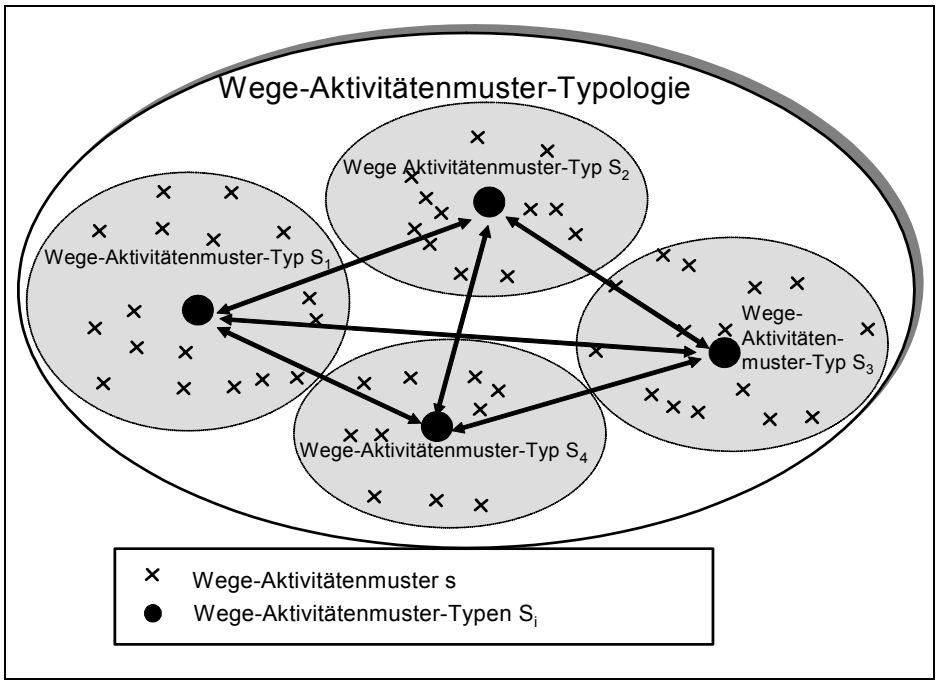


Abbildung 3-2: Wege-Aktivitätenmustertypologie und Wege-Aktivtätenmustertyp modifiziert nach [Kluge 1999]

Wie bereits angedeutet, werden mit der Bildung von Typologien mehrere Zielstellungen verfolgt, die mit dem Ordnungs- und Strukturierungseffekt zusammenhängen (Informationsreduktion, Übersichtlichkeit):

- *Erstens* ermöglicht dieser u. U. erst eine inhaltliche Auseinandersetzung mit dem komplexen Betrachtungsgegenstand des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens, verbessert dessen Anschaulichkeit und erleichtert dadurch die Erkenntnis [Kluge 1999, Lange 2001].
- *Zweitens* lässt dieser möglicherweise erst das Erkennen von Kausalzusammenhängen zu, um empirische Beziehungen zwischen den gebildeten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i und den Erklärungsgrößen k bzw. deren Werte k_j zu finden [Kluge 1999].

▪ Anwendung strukturen-prüfender Verfahren: Identifikation von Erklärungsgrößen und Analyse von Effekten der Ausprägungen bedeutsamer Prädiktoren

Die Aufgabe strukturen-prüfender Verfahren besteht in der Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen, indem der Einfluss relevanter Prädiktoren k auf eine abhängige Variable betrachtet wird. In der Verkehrsforschung können zwei Anwendungsfelder je nach Darstellungsweise des Raum-Zeit-Verhaltens unterschieden werden:

- *erstens* die Erklärung einzelner Kenngrößen y^X des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens oder
- *zweitens* die Deutung einer ermittelten Klassifikation oder Repräsentation von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i.

▪ Verwendung und Anordnung der Verfahrensprinzipien

Im Verlauf der Datenanalyse existieren verschiedenen Möglichkeiten der Verwendung dieser Verfahrensprinzipien:

- Für die musterorientierte Darstellungsform des Raum-Zeit-Verhaltens ergibt sich entweder eine Kombination aus der Abfolge explorativer und induktiver Verfahren oder die solitäre Anwendung strukturen-erkennender Methoden.
- Sind einzelne Parameter des Raum-Zeit-Verhaltens Analysegegenstand, so kommen lediglich strukturen-prüfende Analyseverfahren infrage (vgl. Abbildung 3-1).

c) Analyseprinzip der statistischen Methoden

Als letztes Einordnungskriterium werden die methodisch-statistischen Grundprinzipien mit ihren spezifischen Verfahren betrachtet.

▪ Anwendung strukturen-erkennender Verfahren (Repräsentation und Segmentierung)

Für die Bildung von Typologien sind strukturen-erkennende Verfahren geeignet, die entweder dem Prinzip der Segmentierung oder der Repräsentation folgen.

- Bei der Segmentierung werden Wege-Aktivitätenmuster s zu homogenen Klassen S_i aufgrund von Ähnlichkeiten mit Hilfe der Clusteranalyse zusammengefasst. Das clusteranalytische Vorgehen umfasst zwei Schritte:

  - *erstens* die Distanzbestimmung zur Ermittlung einer Distanzmatrix **D**, die für alle Wege-Aktivitätenmuster s mit $s \in S$ im paarweisen Vergleich Abstandsindizes $D(s,š)_{s,š \in S}$ enthält und
  - *zweitens* darauf aufbauend die Fusionierung der Wege-Aktivitätenmuster s zu Segmenten S_i mit $S_i \subset S$ durch Clusteralgorithmen [u. a. Bortz et al. 1999, Backhaus et al. 2003].
- Das Prinzip der Repräsentation zielt hingegen darauf ab, Wege-Aktivitätenmuster s in einem niedrig dimensionierten Raum anzuordnen. Als typisches Verfahren der Repräsentation gelten beispielsweise die Faktorenanalyse und die Multidimensionale Skalierung [u. a. Bortz et al. 1999, Backhaus et al. 2003].

- Anwendung strukturen-prüfender Verfahren (Identifikation)

Strukturen-prüfende Verfahren basieren auf dem Prinzip der Identifikation. Die grundlegende Frage lautet dabei, welche Kombination von Erklärungsgrößen k eine abhängige Variable erklären kann. Dies erfolgt durch Prüfung von Dependenzen zwischen abhängigen Variablen (z. B. Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i, Kenngrößen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens y^X) und Erklärungsgrößen k (z. B. Merkmale der Person, des Haushaltes usw.). Liegt ein signifikanter Zusammenhang vor, so können bei einigen Verfahren Wirkungsrichtung und Effektstärke der Merkmalswerte k_j der Prädiktoren k auf die abhängige Variable y^X bestimmt werden. Des Weiteren erlauben manche statistische Verfahren die Einbeziehung von Wechselwirkungen zwischen den abhängigen Variablen. Zu den strukturen-prüfenden Analyseverfahren zählen die Kreuztabellenanalyse, die Varianzanalyse, die Regressionsanalyse, die Logit-Analyse, die Diskriminanzanalyse usw. Welches dieser Verfahren jeweils adäquat ist, hängt in erster Linie vom Skalenniveau der zu analysierenden abhängigen und unabhängigen Variablen, aber auch den zu untersuchenden Fragestellungen ab (vgl. Tabelle 3-1) [Backhaus et al. 2003].

Tabelle 3-1: Anwendungsfelder strukturen-prüfender Verfahren [Backhaus et al. 2003]

		unabhängige Variable	
		metrisches Skalenniveau	nominales Skalenniveau
abhängige Variable	metrisches Skalenniveau	Regressionsanalyse	Varianzanalyse
	nominales Skalenniveau	Diskriminanzanalyse Logit-Analyse	Logit-Analyse Kreuztabellenanalyse

3.2.2 Beschreibung der Untersuchungsansätze

Anhand der erläuterten Einordnungskategorien werden in Tabelle 3-2 sowohl Forschungsbeiträge aus dem deutschsprachigen Raum als auch wegweisende internationale Arbeiten zur interpersonellen Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens eingruppiert und verglichen, ohne jedoch einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben.

Tabelle 3-2: Vergleich empirischer Untersuchungsansätze zum Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten

Autor (Jahr)	Abbildung Raum-Zeit-Verhalten		Unter-suchungs-strategie		Analyseprinzip der statistischen Methoden								
					Segmen-tierung	Repräsen-tation		Identifikation					
	musterorientiert	Kenngrößenorientiert	explorativ	induktiv	Clusteranalyse	Multidimensionale Skalierung	Faktorenanalyse	Varianzanalyse	Lineare Strukturgleichungsmodell	Regressionsanalyse	Logit-Analyse	Diskriminanzanalyse	Kreuztabellenanalyse
Kutter (1972)	■		■				■						
Wermuth (1978)		■		■				■					
Pas (1980)	■		■	■	■	■					■		
Recker et al. (1980)	■		■	■	■							■	
Becker (1981)	■		■		■								
Schmiedel (1984)	■		■		■								
Holz-Rau (1990)		■		■						■			
Kloas et al. (1993)		■		■							■		
Wang (1997)	■		■	■	■								■
Simma 2000		■		■					■				
Kulkarni (2000)	■		■		■								
Zängler (2000)		■		■							■		

Quelle: Kutter 1972, Wermuth 1978, Pas 1980, Recker et al. 1980, Becker 1981, Schmiedel 1984, Holz-Rau 1990, Kloas et al 1993, Wang 1997, Simma 2000, Kulkarni et al. 2000, Zängler 2000

3.2.3 Diskussion

Die Kategorisierung der verschiedenen Ansätze in das Ordnungsraster zeigt sowohl die Vielfalt und Komplexität der unterschiedlichen Forschungsbeiträge (vgl. Tabelle 3-2), lässt aber auch Gemeinsamkeiten in der methodischen Vorgehensweise erkennen. Im Folgenden sollen wesentliche Aspekte der Ansätze diskutiert werden.

a) Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens

Zunächst stellt sich die Frage, wo die spezifischen Stärken und Schwächen der musterorientierten im Vergleich zur kenngrößenorientierten Darstellungsform liegen.

Wie bereits in Kapitel 2 angedeutet, gehört die Sichtweise, Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten in der Darstellungsform von Wege-Aktivitätenmustern s zu betrachten, zu den Grundprinzipien der aktivitätenorientierten Verkehrsforschung. Nur dann, wenn das beobachtete individuelle Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf diese ganzheitliche Art und Weise dargestellt wird, gelingt eine wirklichkeitsnahe Abbildung individueller Wochen-, Tagesabläufe usw. Denn nur aus dieser Perspektive lassen sich die vielfältigen Dependenzen und Interdependenzen des individuellen Raum-Zeit-Verhaltens angemessen berücksichtigen. Zu beachten ist allerdings: Der Zuwachs an Realitätsnähe geht mit einer Zunahme an Komplexität einher („ausufernde Mustervielfalt"). Das erschwert die statistische Analyse und erhöht die Anforderungen an das Vorgehen.

Werden lediglich einzelne Kenngrößen des Raum-Zeit-Verhaltens y^X herausgelöst betrachtet, ist dies mit einem Verlust der spezifischen Musterinformation (Abfolge, zeitliche Lage usw.) verbunden. Je nach Untersuchungszweck ist ein Verzicht auf diese temporalen Aspekte zweckmäßig, um beispielsweise gezielt Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge von Effekten der Merkmalswerte k_j bedeutsamer Erklärungsgrößen k auf solitäre Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens y^X (Verkehrsmittelwahlverhalten, Distanzverhalten usw.) herauszuarbeiten.

b) Untersuchungsstrategie

Fällt die Wahl auf die musterorientierte Darstellungsweise, kann gefolgert werden: Eine Kombination strukturen-erkennender und strukturen-prüfender Verfahren ist von Vorteil. Nur dieses Vorgehen erlaubt, einen Erklärungszusammenhang zwischen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i und den Merkmalswertesets $\mathbf{k_j}$ möglicher Prädiktoren k der Person, des Haushaltes usw. zu konstruieren. Bleibt die ganzheitliche Analyse von Wege-Aktivitätenmustern s auf explorative Verfahren beschränkt, so lässt sich dies auf folgende Gründe zurückführen: Entweder fehlt die entsprechende Aufdeckung von Ursache-Folge-Beziehungen völlig oder diese ist bereits implizit per Definition einer a-priori Personentypologie in den Untersuchungsprozess eingeflossen, ohne dann entsprechende Zusammenhänge im Verlauf der Analyse nachzuweisen.

Unter der Voraussetzung einer kenngrößenorientierten Ausrichtung der Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens reicht die Anwendung strukturen-prüfender Verfahren aus. Hier ist die Komplexität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens bereits so weit reduziert, dass eine explorative Datenanalyse unnötig ist.

c) Analyseprinzip der statistischen Methoden

Gegenüber Untersuchungsansätzen, die den Prinzipien der Segmentierung bzw. Repräsentation folgen, kann eingewendet werden, dass der Gewinn an Übersichtlichkeit durch Aggregierung der Wege-Aktivitätenmuster s zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i grundsätzlich mit einem Verlust an Information verbunden ist [Kluge 1999]. Dabei lässt sich folgende Relation qualitativ herleiten: Sinkt die Anzahl I der Typen S_i, so sinkt auch der Informationsgehalt, der durch die Typen S_i erklärt wird [Pas 1980].

Weiter wird kritisiert: Häufig liegen für das verwendete Verfahren der Clusteranalyse keine eindeutigen Kriterien zum Abbruch des Fusionsprozesses vor. Nicht objektive Algorithmen, sondern der Bearbeiter selbst entscheidet anhand einiger „Hilfskriterien“, wie viele Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i gebildet werden [u. a. Wermuth 1980, Volkmar 1984].

In Ergänzung zu den bereits erläuterten Eigenschaften explorativer Verfahren gelingt es mit Hilfe strukturen-prüfender Methoden differenziertere Aussagen hinsichtlich der Wirkungen einzelner Merkmalsausprägungen k_j der Erklärungsgrößen k auf das Raum-Zeit-Verhalten in musterorientierter oder kenngrößenorientierter Darstellungsform zu treffen. Falls eine Vielzahl potenzieller Erklärungsgrößen k und dazugehöriger Merkmalswerte k_j vorhanden sind, kann dieses Vorgehen mit einer geringen Überschaubarkeit verbunden sein. *Kloas et al.* [1993] weisen auf dieses Problem hin.

3.3 Spezielle Systematik: musterorientierte Multimethodenansätze

3.3.1 Kriterien zur Einordnung der musterorientierten Multimethodenansätze

Auf die globale Systematik aufbauend soll die Kategorie der musterorientierten Analyseansätze differenzierter vorgestellt und analysiert werden, da Forschungsbeiträge dieser Art die Ausgangsbasis für den Untersuchungsansatz der vorliegenden Arbeit darstellen. Für diese Systematisierung werden die bereits eingeführten Kriterien zur Einordnung wieder aufgenommen und weiter vertieft (vgl. Abbildung 3-3).

a) Abbildungsbreite und -tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens

Grundlage zur Erörterung der Fragestellung, wie umfassend (Abbildungsbreite) und detailliert (Abbildungstiefe) das beobachtete Raum-Zeit-Verhalten musterorientiert abgebildet wird, bilden Ausführungen über entsprechende Handlungen Y in Abschnitt 2.2.2.

Im Einzelnen sind folgende Aspekte zu beachten:

a 1.) Vielfalt von Merkmalen y^X des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungsbreite)
Wie viele und welche Merkmale y^X aus den unterschiedlichen Facetten des Raum-Zeit-Verhaltens - außer der implizit vorhanden zeitlichen Facette (vgl. Sequenzform) - zur Definition der multiplen Zustände $\mathbf{y^x}_i$ von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W) herangezogen werden, ist ein wesentlicher Gesichtspunkt.

a 2.) Länge und zeitliche Lage des Makrozeitabschnittes (Abbildungsbreite)

Umfang (Stichtage, mehrere Tage usw.) und zeitliche Lage (ganze Woche, nur Werktage usw.) des Untersuchungszeitabschnittes der Analysen limitieren die Datenmöglichkeiten, ob Längsschnittdaten über längere Zeitperioden vorhanden sind oder nicht.

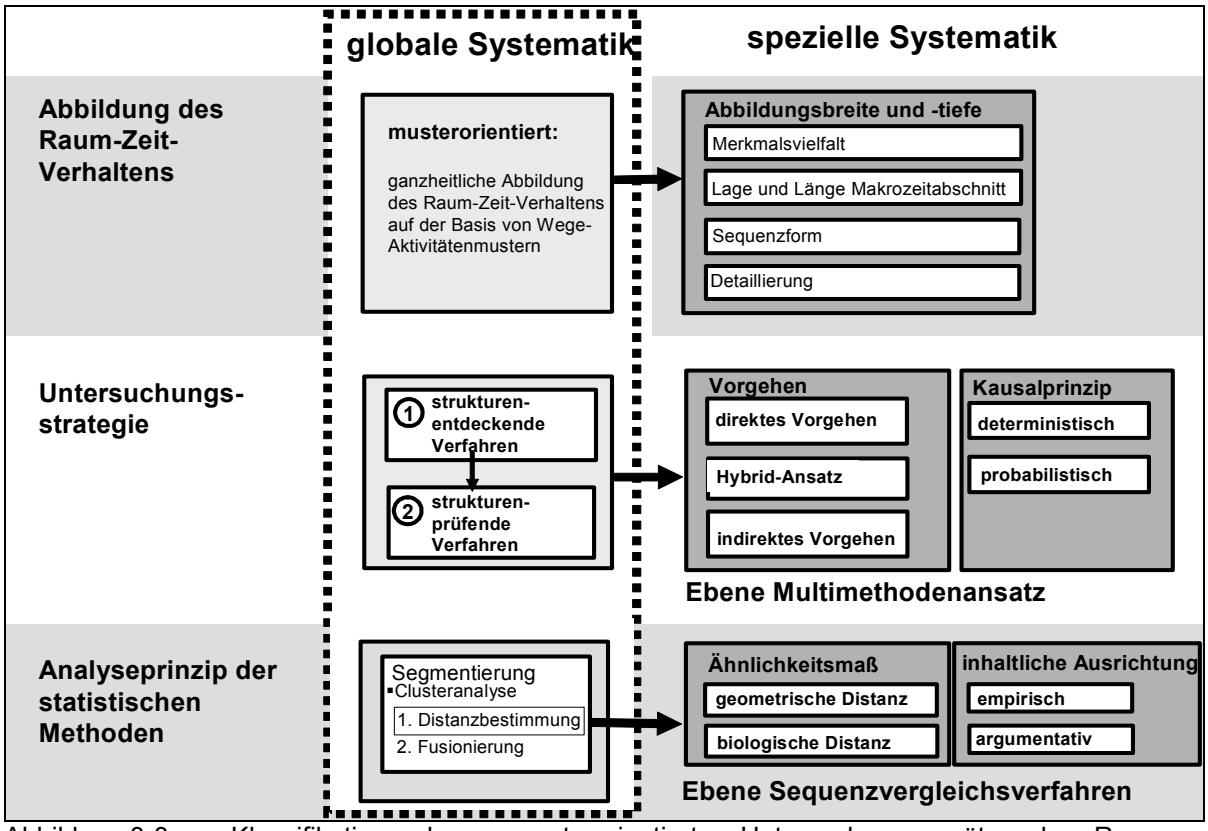


Abbildung 3-3: Klassifikationsschema musterorientierter Untersuchungsansätze des Raum-Zeit-Verhaltens (spezielle Systematik) [eigene Darstellung]

a 3.) Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster (Abbildungstiefe)
Bei den verschiedenen Darstellungsweisen der temporalen Struktur der Wege-Aktivitätenmuster lässt sich zwischen Ereignisreihen, Dauerreihen, Ereignisdauerreihen und Intervallreihen unterscheiden (vgl. Abschnitt 2.2.2, Abbildung 2-4). Zu beachten ist dabei, inwieweit und auf welche Art und Weise - explizit als Beschreibungsgröße der Zustände $\mathbf{y}^{x}_{i}$ oder implizit über die Sequenzform - die Merkmale der zeitlichen Facette des Raum-Zeit-Verhaltens in die Sequenzbildung einfließen.

a 4.) Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungstiefe)
Inwieweit die Merkmale y^{X} des Raum-Zeit-Verhaltens abgestuft sind, ist ein weiteres Kriterium zur Unterscheidung der herangezogenen Forschungsbeiträge. Der Abstraktionsgrad wird beispielsweise durch die Anzahl der Merkmalsausprägungen y^{X}_{i} des Aktivitätstyps a^{Typ}_{i}, die Anzahl der Entfernungsklassen w^{Entf}_{i} usw. bestimmt.

b) Untersuchungsstrategie: Analyseebene musterorientierter Multimethodenansatz

b 1.) Vorgehen
Zur Ermittlung einer Wege-Aktivitätenmustertypologie existieren grundsätzlich mehrere Vorgehensweisen [vgl. Axhausen 1990, Kulkarni et al. 2000], die sich nach direkter und indirekter Untersuchungsstrategie bzw. einer Kombination der beiden (Hybrid-Ansatz) unterscheiden lassen (siehe Abbildung 3-4).
- direktes Vorgehen:

1. Segmentierung von Wege-Aktivitätenmustern s zur Bildung einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie
2. Identifikation maßgebender Erklärungsgrößen k und Analyse der Effekte der Ausprägungen k_j der diskriminierenden Prädiktoren k

- Hybrid-Ansatz:
  1. Segmentierung von Personen zu Personenkategorien einer Personentypologie per Definition auf der Basis von spezifischen Kombinationen $\mathbf{k}_j$ der Merkmalswerte k_j ausgewählter Erklärungsgrößen k
  2. Aufteilung der korrespondierenden Wege-Aktivitätenmuster s jeweils entsprechend der Vorab-Personentypen
  3. Segmentierung von Wege-Aktivitätenmustern s je Personentypus zur Bildung einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie
  4. Identifikation zusätzlicher maßgebender Erklärungsgrößen k und Analyse der Effekte der Ausprägungen k_j der diskriminierenden Prädiktoren k
- indirektes Vorgehen:
  1. Segmentierung von Personen zu Personenkategorien einer Personentypologie per Definition auf der Basis von spezifischen Kombinationen $\mathbf{k}_j$ der Merkmalswerte k_j ausgewählter Erklärungsgrößen k
  2. Ermittlung eines Wege-Aktivitätenmuster-Typs S_i (1) je Personentypus
  3. Segmentierung der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i (1) zur Bildung einer gröberen Wege-Aktivitätenmuster-Typologie mit verdichteten Wege-Aktivitätenmuster-Typen (2)
  4. Identifikation zusätzlicher maßgebender Erklärungsgrößen k und Analyse der Effekte der Ausprägungen k_j der diskriminierenden Prädiktoren k

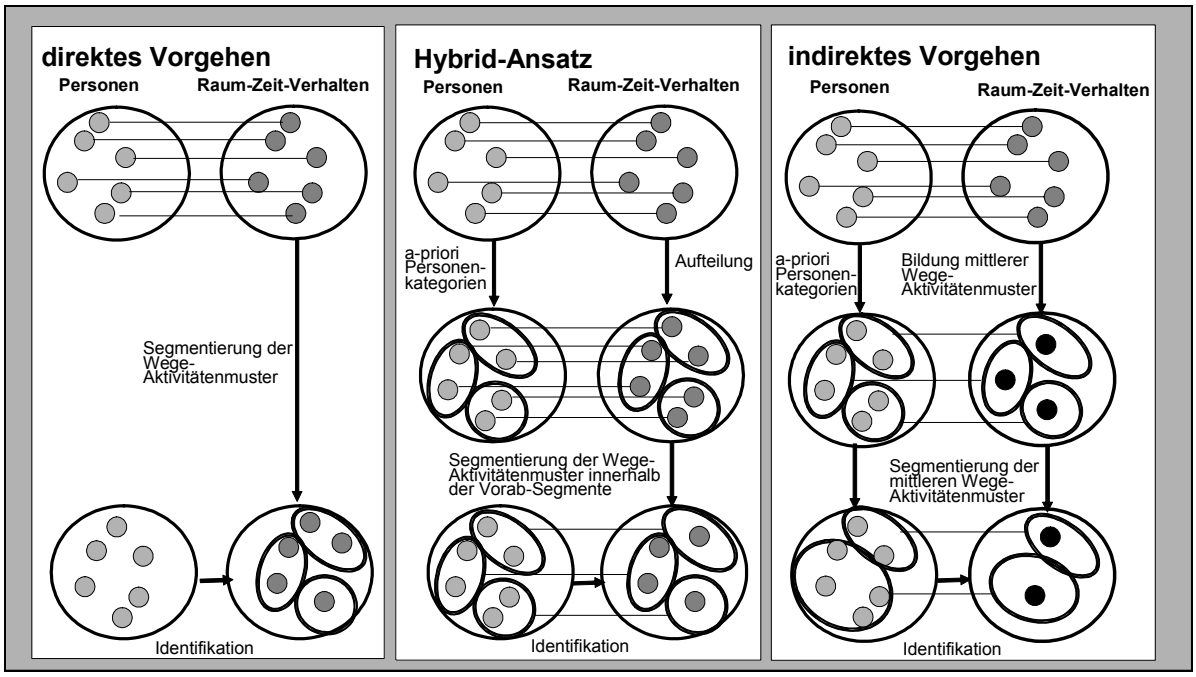


Abbildung 3-4: Untersuchungsstrategien [eigene Darstellung]

Die a-priori Bildung von Personenkategorien im Rahmen des Hybrid-Ansatzes und des indirekten Vorgehens setzt sinnvollerweise das Aufgreifen eines Erklärungshintergrundes entweder von Rolle und Status, Lebensstil oder Lebens- bzw. Familienzyklus voraus (vgl. Abschnitt 2.2.2). Beim direkten Vorgehen ist dies überflüssig.

b 2.) Kausalprinzip

Auf der Basis strukturen-prüfender Verfahren erfolgt eine Identifikation relevanter Beschreibungsgrößen k. Zielstellung ist es, die einzelnen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i möglichst umfassend zu erklären, wobei zwei unterschiedliche logische Konzepte zur Analyse bzw. Modellierung der Kausalbeziehung (vgl. Abbildung 3-5) unterschieden werden können:

- Bei der eins zu eins Zuordnung zwischen charakteristischen individuellen Lebensumständen (Möglichkeiten der Person, Werthaltungen usw., soziale Umwelt, (verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt usw.) und einem Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i liegt die Annahme eines deterministischen Kausalzusammenhangs zugrunde. Jeweils eine Kombination $\mathbf{k}_j$ von Merkmalsausprägungen k_j relevanter Erklärungsgrößen k kennzeichnet hierbei die Personentypen („Gruppenkonzept“).
- Hingegen beruht das probabilistische Kausalprinzip zum Erkennen von entsprechenden Dependenzen auf Zuordnungswahrscheinlichkeiten. Je nachdem, welches Set $\mathbf{k}_j$ von Merkmalsausprägungen k_j bedeutsamer Prädiktoren k eine Person (Personkategorie) kennzeichnet („Faktorenkonzept“), besteht eine unterschiedliche Chance, unterschiedliches Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten in Form von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i zu realisieren.

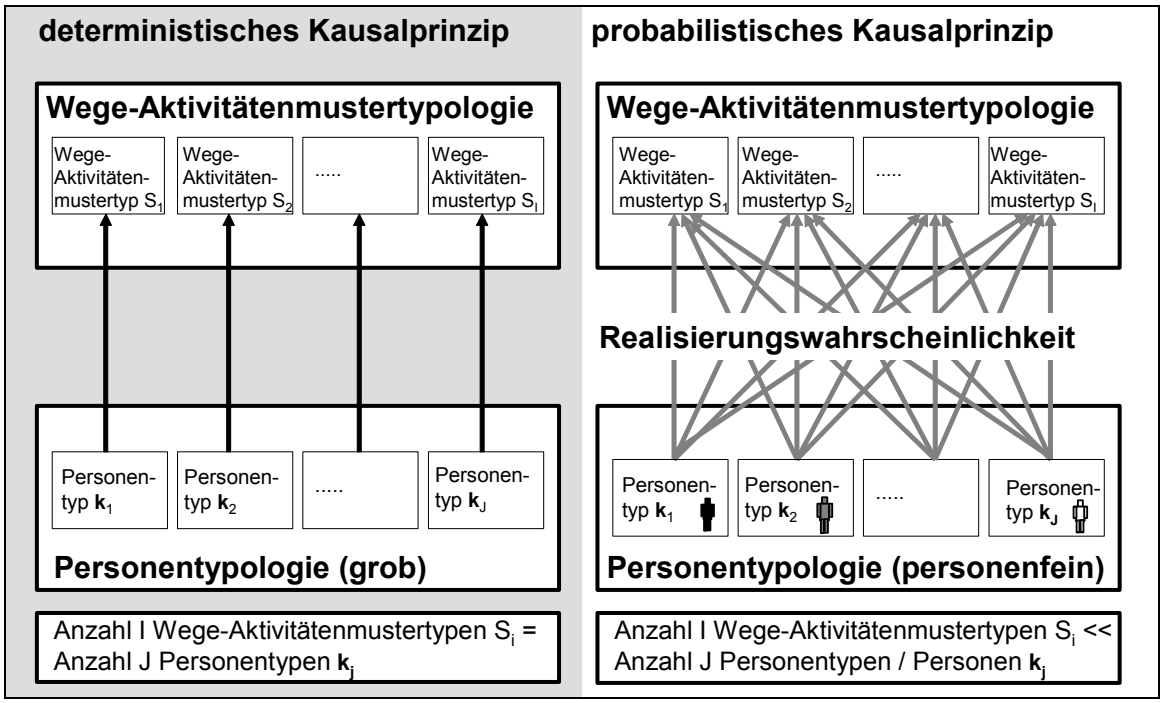


Abbildung 3-5: Kausalprinzipien [eigene Darstellung]

c) Analyseprinzipien der statistischen Methoden (Analyseebene Sequenzvergleichsverfahren)

Der Betrachtungsfokus auf der Ebene der statistischen Analyseverfahren richtet sich ausschließlich auf die Methodik der Distanzermittlung zwischen Wege-Aktivitätenmustern s, da

weitere Verfahren, die als mögliche Teile eines musterorientierten Untersuchungsansatzes infrage kommen, zum Standardrepertoire statistischer Methoden zählen.

c 1.) Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes

Sind Wege-Aktivitätenmuster s Analysegegenstand eines Verfahrens der Segmentierung, so besteht zunächst das analytische Grundproblem, deren (Un-)ähnlichkeit $D(s,š)_{s,š \in S}$ möglichst realitätsnah durch Sequenzvergleichsverfahren abzubilden, ohne die musterorientierte Darstellungsform aufzulösen. Erst dann ist eine Gruppierung auf statistischem Wege möglich. Für die Abstandsmessung haben sich eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden etabliert. Die entsprechenden Verfahren präsentieren sich im Wesentlichen in zwei Varianten: das geometrische und das biologische Abbildungsprinzip von Sequenzdistanzen.

- Um ein geometrisches Abstandsmaß $D_{geo}(s,š)_{s,š \in S}$ handelt es sich dann, wenn nur überprüft wird, ob Aktivitäten A bzw. Wege W an gleicher Position k bzw. gegebenenfalls darüber hinausgehend auch unter Berücksichtigung benachbarter Stellen in beiden Sequenzen s bzw. š übereinstimmen.
- Beruht dagegen die Abbildung des Sequenzabstandes auf biologischem Distanzmaß $D_{geo}(s,š)_{s,š \in S}$, folgt jene Größe aus dem gesamtem Transformationsaufwand, um eine Quellsequenz s in eine Zielsequenz š durch Repositionierungs- sowie Austauschvorgänge der Zustände **z** zu überführen.

c 2.) Inhaltliche Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens: Berücksichtigung der (Un-)ähnlichkeiten tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen

Das letzte Kriterium behandelt die Frage, ob und auf welche Art und Weise bei der Ermittlung der (Un-)ähnlichkeit der Wege-Aktivitätenmuster s tiefergehende Bezüge zum Untersuchungsobjekt - dem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten - hergestellt werden. Dabei besteht die Anforderung, Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_j)$ zwischen einzelnen aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen Y bei deren Gegenüberstellung zu berücksichtigen, wie Abbildung 3-6 beispielhaft veranschaulicht. Mit anderen Worten gesagt: In den Sequenzabstand D(s,š) geht auch der Zustandsabstand $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_j)$ zu vergleichender Sequenzelemente ein. Falls eine inhaltliche Ausrichtung vorgenommen wird, besteht die Möglichkeit die Zustandsabstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_j)$ entweder empirisch oder argumentativ zu bestimmen.

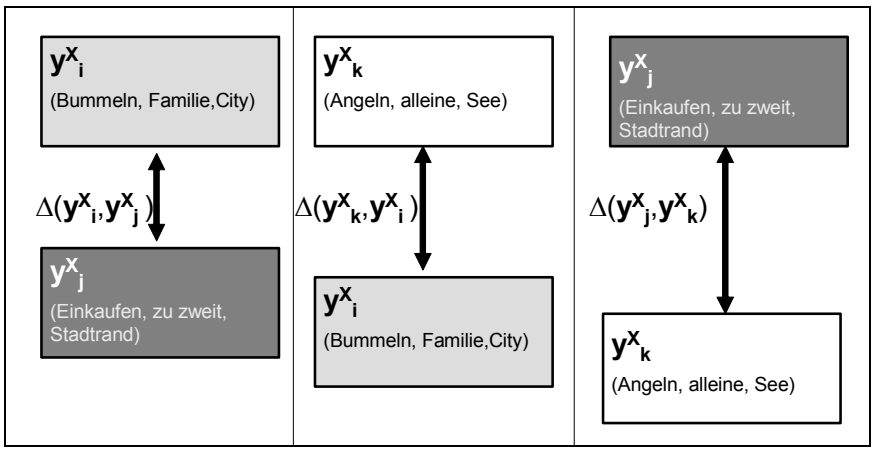


Abbildung 3-6 Abstände ((Un-)ähnlichkeiten) zwischen verschiedenen tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen

3.3.2 Beschreibung musterorientierter Multimethodenansätze

Tabelle 3-3 dokumentiert den Vergleich der verschiedenen musterorientierten Untersuchungsansätze anhand der bereits erläuterten Kriterien.

Tabelle 3-3 Vergleich musterorientierter Ansätze zur Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens im interpersonellen Kontext

Autor (Jahr)	Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens														Untersuchungsstrategie					Verfahrensprinzip statistischer Methoden (Sequenzvergleichsverfahren)			
	Breite						Detaillierung								Vorgehen			Kausalprinzip		Art des Distanzmaßes		Inhaltliche Ausrichtung	
	Facetten				Makrozeitabschnitt		Sequenzform				Merkmale und Anzahl n der Ausprägungen (n) oder (x) bei kontinuierlichen Merkmalen												
	inhaltlich	räumlich	Sozial	zeitlich	Stichtag	Längsschnitt	Ereignisreihe	Dauerreihe	Ereignisdauerreihe	Intervallreihe	inhaltlich	räumlich	Sozial	zeitlich	direktes Vorgehen	Hybrid-Ansatz	Indirektes Vorgehen	deterministisch	Probabilistisch	geometrisch	biologisch	argumentativ	empirisch
Kutter (1972)	■	■			■			■			5	3					■	■		■			
Pas (1980)	■			■	■		■				4			5	■			■		■		■	
Recker et al. (1980)	■	■			■					■	9	X			■			■		■		■	
Becker (1981)	■							■			6						■	■		■			
Schmiedel (1984)	■				■			■			8/3						■	■		■			
Wang (1997)	■	■			■					■	5	X					■	■		■			
Kulkarni et al. (2000)	■	■			■					■	4	X				■		■		■			

Quelle: Kutter 1972, Pas 1980, Recker et al. 1980, Becker 1981, Schmiedel 1984, Wang 1997, Kulkarni et al. 2000

Je nach Forschungsbeitrag differieren sowohl die identifizierten Erklärungsgrößen k als auch die Anzahl I der gebildeten Gruppen S_i (vgl. Tabelle 3-4). Zu beachten ist: Unterschiede bei den verschiedenen Ansätzen in Zusammensetzung und Art der relevanten Indikatoren k sind auch auf inhaltliche und methodische Gegebenheiten verschiedenster Art zurückzuführen: die Datenbasis, die Art und Weise der Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster s usw.

- identifizierte Erklärungsgrößen
  Bei den vorgestellten musterorientierten Studien ergeben sich unterschiedliche Prädiktoren k zur Erklärung des Raum-Zeit-Verhaltens. Wie zu erkennen ist, handelt es sich dabei durchgängig um leicht operationalisierbare Variablen k soziodemographischer Art (vgl. Tabelle 3-4). Nur *Recker et al.* [1980] und *Becker* [1981] gelingt ein Nachweis, dass eine räumlich-infrastrukturelle Variable Trenneffekte auf die Klassifizierung der Wege-Aktivitätenmuster s zeigt. Die Identifikation bzw. Vorauswahl des Indikators Erwerbsstatus als Trennvariable bei allen Untersuchungen begründet, dass dieser einen substanziellen Beitrag zur Erklärung interpersoneller Unterschiede im Raum-Zeit-Verhalten leistet. Gleiches gilt etwas abgeschwächt für die Erklärungsgrößen Alter und Geschlecht, die jedoch in der Querschnittsbetrachtung der Publikationen seltener bedeutsame Variablen k sind.

- Anzahl der Wege-Aktivitätenmuster-Typen
  Die Spannweite der Anzahl Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i der verschiedenen Ansätze reicht von 5 bis 32 (vgl. Tabelle 3-4). Im Hinblick auf die Gruppenzahl I sind zwar Unterschiede feststellbar, für die jedoch vordergründig keine Erklärung möglich ist.

Tabelle 3-4: identifizierte bzw. berücksichtigte Erklärungsgrößen und Anzahl der Wege-Aktivitätenmuster-Typen

Autor (Jahr)	identifizierte Erklärungsgrößen k						Anzahl I der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i
	Erwerbsstaus	Alter	Geschlecht	Pkw-Besitz	Stellung im Haushalt	Siedlungstyp Wohnstandort	
Kutter (1972)	■	■	■	■			9 (38)
Pas (1980)	■		■				5 (12)
Recker et al. (1980)	■				■	■	9
Becker (1981)	■		■			■	5
Schmiedel (1984)	■		■	■			7 /(5)
Wang (1997)	■	■	■		■		32
Kulkarni et al. (2000)	■	■					16

Quelle: Kutter 1972, Pas 1980, Recker et al. 1980, Becker 1981, Schmiedel 1984, Wang 1997, Kulkarni et al. 2000

3.3.3 Diskussion und vergleichende Bewertung musterorientierter Multimethodenansätze

Ausgangspunkt der Bewertung musterorientierter Ansätze ist die bereits vorgenommene systematische Einordnung anhand methodischer Kriterien (vgl. Tabelle 3-3). Zusätzlich wird im Weiteren der Aspekt betrachtet, inwieweit potenzielle Erklärungsgrößen k zum Nachweis von Kausalzusammenhängen berücksichtigt sind. Die Vorgehensweise erstreckt sich über die Schritte:

- *erstens* der Zielformulierung für die Kriterien und
- *zweitens* der Bewertung der Untersuchungsansätze anhand dieser Ziele.

3.3.3.1 Ziele

a) Abbildungsbreite und -tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens

Als erstes Kriterium soll die Art und Weise der Abbildung des beobachteten Aktivitäten-(Verkehrs-) verhaltens betrachtet werden. Je zeitlich ausgedehnter und detaillierter dieses Datenmaterial vorliegt, desto höher ist der inhaltliche Gehalt der Untersuchung. So besteht ein qualitativer Zusammenhang zwischen dem Umfang des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ und dem Erklärungsgehalt: Je weniger Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$ vorhanden sind, um so geringer ist die Aussagekraft und desto geringer sind grundsätzlich die Distanzen $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen den Wege-Aktivitätenmustern s.

a 1.) Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungsbreite)
Ein Aspekt der Abbildungsbreite sagt aus, inwieweit die verschiedenen Merkmale y^X des Raum-Zeit-Verhaltens in den Analyseprozess eingehen. Neben der Zahl der jeweiligen Merkmalswerte y^X_i bestimmt maßgeblich die Anzahl der Merkmale y^X die Größe des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$.

a 2.) Länge und Lage des Makrozeitabschnittes (Abbildungsbreite)
Welche grundlegenden Zusammenhänge zwischen der Erklärbarkeit der Variation des Raum-Zeit-Verhaltens und der Länge des Beobachtungszeitraumes existieren, soll im Folgenden kurz erörtert werden.

- Bei der Analyse von Unterschieden im Raum-Zeit-Verhalten zwischen Personen, bezogen auf einen festzulegenden Zeitabschnitt, handelt es sich bei der ermittelten Gesamtvariabilität immer um eine Überlagerung der inter- und intrapersonellen Variation. Während bei kurzen Beobachtungszeiträumen die intrapersonelle im Verhältnis zur interpersonellen Variabilität infolge zufälliger und periodischer Abweichungen groß sein kann, verlagert sich mit zunehmender Dauer die Gewichtung beider Anteile zugunsten der interpersonellen Komponente [u. a. Pas 1987].
- Die intrapersonelle Variation lässt sich folgendermaßen zerlegen: Außer der systematischen intrapersonellen Variabilität, die sich in inhaltlich deutbaren charakteristischen Abfolgen, Regelmäßigkeiten usw. aufgrund horizontaler Interdependenzen zwischen aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen Y äußern, bestimmen Zufälligkeiten im Zeitverlauf individuelle Schwankungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten. Ohne genaue Kenntnis der Handlungssituation der agierenden Person entzieht sich die zufällige intrapersonelle Variabilität einer inhaltlichen Erklärung. Nur durch Ausdehnung des Analysezeitraumes gelingt es, Einflüsse zufälliger nicht erklärbarer Effekte auf das Verhalten infolge kurzfristiger Anpassungsreaktionen zu kontrollieren und die interne Dynamik des Verhaltens in Form der alltäglichen Routinen (systematische intrapersonelle Variabilität) zu erkennen. Beispielsweise lassen sich so wochentagsspezifische Effekte aufzeigen [u. a. Pas 1987, Kunert 1992, Lipps 2001].

Weiter ist die Lage des Makrozeitabschnittes zu beachten: Denn nur durch die Einbeziehung sämtlicher Tagestypen (Werktage, Wochenendtage usw.) in die Analyse gelingt eine umfassende Betrachtung der Spezifika des Raum-Zeit-Verhaltens.

a 3.) Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungstiefe)
Die Abbildungstiefe spiegelt sich im Genauigkeitsgrad der Beschreibung des Raum-Zeit-Verhaltens wider. Die Zusammenfassung der Werte y^X_i der Merkmale y^X des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zu gröberen Einheiten wirkt sich auf den Erklärungsgehalt aus, da der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y^X})$ kleiner wird.

a 4.) Detaillierung der Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster (Abbildungstiefe):
Bei Ereignis- und Dauerreihen handelt es sich um „informationsreduzierte" Sequenzformen, die wesentliche Beschreibungsgrößen der zeitlichen Facette von Wege-Aktivitätenmustern s ignorieren. Im Vergleich der beiden genannten Darstellungsweisen schneiden Dauerreihen besser ab, da hier die Dauer y^{Dau} der Handlungen Y abgebildet werden (vgl. Abschnitt 2.2.2, Abbildung 2-4). Den höchsten Informationsgehalt weisen Ereignisdauerreihen auf, weil sowohl die zeitliche Lage y^{Zeit} als auch die Dauer y^{Dau} in die Darstellung einfließen. Sind die Zeitintervalle Δt genügend klein, so reicht die Abbildungsgüte der Intervallreihe an diejenige der Ereignisdauerreihe heran.

b) Untersuchungsstrategie - Analyseebene musterorientierter Multimethodenansatz

Ein weiteres Kriterium setzt bei der Untersuchungsstrategie - also der Verknüpfung und Auswahl statistischer Verfahren - an.

b 1.) Objektivität
Wird die Bildung und Erklärung einer Wege-Aktivitätenmustertypologie durch den Untersuchungsprozess selbst determiniert, dann liegt ein objektives Vorgehen vor, was grundsätzlich anzustreben ist. Beeinflussen hingegen Ermessensspielräume des Bearbeiters durch die subjektive Definition einer Vorab-Personentypologie das Ergebnis, so widerspricht dies dem gestellten Anspruch. Außerdem impliziert die a-priori Kategorisierung von Personen die Notwendigkeit einen Erklärungshintergrund - beispielsweise das von Konzept von Rolle und Status [vgl. u. a. Kutter 1972, Schmiedel 1984] - zugrunde zu legen. Insbesondere *Volkmar* [1984] stuft jene theoriegeleitete Vorgehensweise als problematisch ein. Beispielsweise ist zweifelhaft, ob das ausschließliche Zurückgreifen auf die Rollentheorie unter Vernachlässigung anderer Erklärungshintergründe ausreicht, um Raum-Zeit-Verhalten umfassend zu deuten.

b 2.) Angemessenheit des Kausalprinzips (deterministisch vs. probabilistisch)
Beruht der empirische Untersuchungsansatz auf der Sichtweise einer deterministischen Ursache-Wirkungs-Beziehung zwischen einer bestimmten Situation und einem bestimmten Raum-Zeit-Verhalten, so werden folgende Aspekte in der Modellbildung vernachlässigt: die unvollständige Information über individuelle Entscheidungszusammenhänge, nicht-erklärbare Zufälligkeiten im individuellen Verhalten, nicht erfasste Erklärungsgrößen usw. Eher der Realität entspricht demnach eine Zuordnung der durch Sets vom Merkmalswerten charakterisierten Personen zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i in Abhängigkeit der Ausprägungen $\mathbf{k_j}$ diskriminierender Erklärungsgrößen k auf Basis von Realisierungs-wahrscheinlichkeiten. Die vorher genannten Gesichtspunkte werden dabei über die Zufallskomponente berücksichtigt.

c) Analyseprinzip der statistischen Methoden (Analyseebene Sequenzvergleichsanalyse)

Eine zentrale Bedeutung im Rahmen der musterorientierten Forschungsarbeiten kommt der Sequenzvergleichsanalyse zur Abbildung von (Un-)ähnlichkeiten von Wege-Aktivitätenmustern s in der paarweisen Gegenüberstellung zu.

c 1.) Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes

Das biologische Abbildungsprinzip umfasst im Gegensatz zum geometrischen weitreichendere Abbildungseigenschaften zur Messung der (Un-)ähnlichkeit $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ von Wege-Aktivitätenmustern s aus folgenden Gründen:

- Beim zweitgenannten Prinzip führen in beiden Mustern s vorkommende identische Zustände **z** an „falscher" Position bereits zu einem Distanzzuwachs.
- Im Gegensatz dazu gelingt beim biologischen Abbildungsprinzip *erstens* die Erkennung identischer Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W an unterschiedlichen Stellen der zu vergleichenden Muster. *Zweitens* berücksichtigt der biologische Distanzindex, ob bei Zuständen **z**, die Bestandteil beider Sequenzen sind, deren Abfolge gleich ist oder nicht. Das heißt: Sowohl die inhaltliche Struktur (Zustandselementkomposition) als auch die Abfolgeähnlichkeit (strukturelles Skelett) gehen in das Sequenzabstandsmaß ein. Die eben angedeuteten Zusammenhänge greift Kapitel 4 ausführlich auf.

c 2.) Inhaltliche Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens: Berücksichtigung der (Un-)ähnlichkeiten tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen

Der Anspruch lautet, durch die Berücksichtigung von Abständen $\Delta(\mathbf{y}^{X}_{i},\mathbf{y}^{X}_{j})$ zwischen den Zuständen $\mathbf{y}^{X}_{i}$ aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen Y eine höhere Realitätsnähe bei der Ermittlung der Sequenzdistanzen $D(s,š)_{s,š \in S}$ zu erreichen.

d) Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen

Prinzipiell kommen als Erklärungsgrößen von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i alle Indikatoren k infrage, die Möglichkeiten und Orientierungen der Person, sowie Einflüsse der interpersonellen und (verkehrs-)infrastrukturell-räumlichen Umwelt erfassen. Je nachdem, ob Variablen k dieser Einflussfelder in Betracht gezogen werden oder nicht, sagt dies etwas über die mögliche Erklärungskraft des induktiven Modells aus. Unterbleibt die Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen k, gelingt möglicherweise die Deutung von der Variation im individuellen Raum-Zeit-Verhalten nur unzureichend. Diskutiert wird dieser Zusammenhang im Folgenden anhand der Einflussfelder des erläuterten theoretischen Modells zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens (vgl. Kapitel 2).

3.3.3.2 Bewertung der Untersuchungsansätze

Tabelle 3-5 fasst die Ergebnisse der Bewertung zusammen. Bei allen herangezogenen Forschungsbeiträgen wird anhand einer dreistufigen Rating-Skala überprüft, welcher Zielerreichungsgrad bei jedem Kriterium vorliegt.

Tabelle 3-5: Gegenüberstellung ausgewählter musterorientierter Untersuchungsansätze des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Autor (Jahr) / Kriterien	Kutter (1972)	Pas (1980)	Recker et al. (1980)	Becker (1981)	Schmiedel (1984)	Wang (1997)	Kulkarni et al. (2000)
a) Abbildungsbreite und -tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens							
Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	⊡	☒	⊡	☒	☒	⊡	⊡
Länge und Lage des Makrozeitabschnittes	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Detaillierung Sequenzform	⊡	⊡	☑	⊡	⊡	☑	☑
Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	⊡	⊡	☑	⊡	☑	☑	⊡
b) Analyseebene musterorientierter Multimethodenansatz							
Objektivität des Untersuchungsprozesses	☒	☑	☑	☒	☒	☒	⊡
Angemessenheit des Kausalprinzips	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
c) Analyseebene Sequenzvergleichsanalyse							
Umfang der Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes (Abfolgeähnlichkeit, usw.)	☒	⊡	⊡	☒	☒	☒	☒
inhaltliche Ausrichtung des Distanzmaßes	☒	⊡	⊡	☒	☒	☒	☒
d) Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen							
individuelle Möglichkeiten und Eigenschaften	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
individuelle Einstellungen, Orientierungen, Motive, Werthaltungen usw.	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
soziale Umwelt	☑	☑	☑	☒	☑	☑	☑
(verkehrs-)infrastrukturell räumliche Umwelt	☒	☒	☑	☑	☑	☒	☒

Legende: ☑ berücksichtigt ⊡ teilweise berücksichtigt ☒ nicht berücksichtigt

a) Abbildungsbreite und -tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens

a 1.) Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungsbreite)
Folgendes zeichnet sich bei den herangezogenen empirischen Analysen ab:

- Die inhaltliche Facette wird über das Merkmal Aktivitätstyp a^{Typ} durchgängig in allen hier vorgestellten Untersuchungsansätzen beachtet. Zusätzlich greift *Schmiedel* [1984] das Merkmal Verkehrsmittel w^{Entf} auf.
- Die soziale Facette bleibt ausnahmslos bei allen Beiträgen ignoriert.

- Ob und inwieweit die räumliche Facette beachtet wird, bestehen Unterschiede: Lücken sind bei *Pas* [1980], *Becker* [1981] und *Schmiedel* [1984] vorhanden, währenddessen *Kutter* [1972] mit dem Merkmal Aktivitätsort a^{Ort} sowie *Recker et al.* [1980] und *Kulkarni et al.* [2000] mit der Variablen „Distanz von zu Hause“ w^{Entf} raumbeschreibende Merkmale des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens aufgreifen (vgl. Tabelle 3-3).

a 2.) Länge und Lage des Makrozeitabschnittes (Abbildungsbreite)
Keine der hier behandelten Untersuchungen geht über den zeitlichen Umfang einer Stichtagserhebung hinaus, so dass - wie bereits erläutert - der Erklärbarkeit der Variation des Raum-Zeit-Verhaltens Grenzen gesetzt sind. Da sich bei allen Arbeiten der betrachtete Makrozeitabschnitt auf Tage unter der Woche erstreckt, spiegeln die Untersuchungen lediglich werktägliches Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten wider, ohne die Besonderheiten des Wochenendes zu berücksichtigen (vgl. Tabelle 3-3).

a 3.) Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungstiefe)
Zwischen den verschiedenen Forschungsarbeiten ergeben sich Unterschiede in der Auflösung der Beschreibungsgrößen y^X: Beispielsweise variiert die Anzahl der Merkmalswerte a^{Typ}_i für das Merkmal Aktivitätstyp a^{Typ} zwischen 9 [Recker et al. 1980] und 4 [Pas, 1980, Kulkarni et al. 2000] (vgl. Tabelle 3-3).

a 4.) Detaillierung der Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster (Abbildungstiefe):
Nur die Forschungsarbeiten von *Wang* [1997], *Recker et. al* [1980] und *Kulkarni et al.* [2000] analysieren Wege-Aktivitätenmuster s auf dem Darstellungsniveau der Intervallreihe. *Kutter* [1972], *Becker* [1981] und *Schmiedel* [1984] arbeiten auf der Basis von Dauerreihen mit groben Zeitrastern, so dass die zeitliche Lage und Dauer der Zustände **z** nur grob festgelegt sind. Hingegen untersucht *Pas* [1980] nur Ereignisreihen. Dennoch geht die zeitliche Lage von Aktivitäten A in das Abstandsmaß ein: Zur Beschreibung der zu vergleichenden Handlungen Y tragen die unterteilten Zeitabschnitte eines Tages als Ausprägungen des Merkmals zeitliche Lage y^{Zeit} bei (vgl. Tabelle 3-3).

b) Untersuchungsstrategie: Analyseebene musterorientierter Multimethodenansatz

b 1.) Objektivität
Lediglich *Pas* [1980] und *Recker et al.* [1980] verfolgen diese Strategie einer direkten Vorgehensweise. Allen anderen herangezogenen Arbeiten liegt eine vorab definierte Personentypologie mit dem entsprechenden Nachteil der Nicht-Objektivität der Analyse zugrunde (vgl. Tabelle 3-3).

b 2.) Angemessenheit des Kausalprinzips (deterministisch vs. probabilistisch)
Die von *Kutter* [1972], *Becker* [1981], *Schmiedel* [1984] und *Kulkarni et al.* [2000] verfolgten Untersuchungsstrategien - hier als indirekte Vorgehensweise und Hybrid-Ansatz bezeichnet - setzten grundsätzlich eine deterministische Kausalität voraus, da Personentypologien vorab per Definition gebildet werden. Das direkte Vorgehen lässt grundsätzlich für die Verbindung von Erklärungsgrößen k und Wege-Aktivitätenmustertypen S_i beide Kausalprinzipien zu. *Pas* [1980] und *Recker et al.* [1980], die dieser Untersuchungsstrategie folgen, stellen diese Beziehung dennoch nicht auf der Basis von Realisierungswahrscheinlichkeiten her, sondern gehen von einem deterministischen Zusammenhang aus (vgl. Tabelle 3-3).

c) Analyseprinzip der statistischen Methoden: Analyseebene Sequenzvergleichsanalyse

c 1.) Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes

Keiner der hier vorgestellten Forschungsarbeiten verwendet ein biologisches Distanzmaß $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ (vgl. Tabelle 3-3), sondern bei allen fußt die Abstandsmessung lediglich auf dem geometrischen Abbildungsprinzip, so dass die umfassenderen Abbildungseigenschaften des ersteren ungenutzt bleiben.

c 2.) Inhaltliche Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens: Berücksichtigung der (Un-)ähnlichkeiten tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen

Nur ansatzweise bei wenigen Forschungsbeiträgen geht auf argumentativer Basis der Zustandsabstand $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$ in das Distanzmaß $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s ein. *Recker et al.* [*1980*] legen hierfür subjektiv eine Hierarchie von Aktivitätstypen fest, während bei dem von *Pas* [1980] angewandten Ähnlichkeitsindex Gewichtungsfaktoren für einzelne Merkmale y^x spezifiziert werden müssen. Gänzlich außen vor bleibt der Aspekt einer empirischen Fundierung entsprechender Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$ bei allen hier betrachteten Publikationen (vgl. Tabelle 3-3).

d) Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen

d 1.) individuelle Eigenschaften und Möglichkeiten

Variablen k, die für Charakteristika und Chancen der Personen stehen - die soziodemografischen Merkmale (beispielsweise Alter, Erwerbsstatus usw.) -, sind bei allen herangezogenen Arbeiten in ähnlicher Art und Weise als potenzielle Erklärungsgrößen berücksichtigt.

d 2.) individuelle Einstellungen, Orientierungen, Motive, Stilisierungen usw.

Die betrachteten Forschungsarbeiten vernachlässigen Aspekte des Erklärungshintergrundes des Lebensstils, da das jeweils zugrunde gelegte Datenmaterial keine entsprechenden Variablen enthält.

d 3.) soziale Umwelt

Ebenfalls durchweg beachtet werden bei allen Untersuchungen haushaltsbezogene Variablen k, die Ausschnitte der sozialen Umwelt erfassen.

d 4.) (verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt

Zur Strukturierung jenes Teils der Umwelt soll unterschieden werden, auf welchen der drei räumlichen Maßstabsebenen Stadt bzw. Gemeinde des Wohnstandortes, kleinräumiges Wohnumfeld („Quartier“) und Wohnung die zugrunde gelegten Variablen der Analyse zuordenbar sind. Während *Schmiedel* [1984], *Becker* [1981] und *Recker et al.* [1980] räumliche Prädiktoren k in ihren Arbeiten grundsätzlich beachten, bleiben Erklärungsgrößen k dieses Einflussfeldes bei den Arbeiten von *Kutter* [1972], *Pas* [1980] und *Kulkarni et al.* [2000] unberücksichtigt. Jedoch konnte alleine *Recker et al.* [1980] Trenneffekte raumbezogener Variablen im Hinblick auf die Bildung unterschiedlicher Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i feststellen. Zurückzuführen ist dieser Sachverhalt wahrscheinlich auch darauf, dass dieser empirischen Analyse sehr differenzierte räumliche Daten zugrunde liegen. Hingegen gehen bei *Schmiedel* [1984] von den

Erklärungsvariablen k Gemeindegröße und Raumstruktur (ländlich, städtisch) keine Einflüsse aus. Ob und inwieweit Variablen k des kleinräumigen Wohnumfeldes oder der Wohnung (Gebäudetyp, Wohnungsgröße, Vorhandensein eines Balkons, Erschließungsqualität der Verkehrsinfrastruktur usw.) möglicherweise Erklärungskraft aufweisen, bleibt bei allen Untersuchungen infolge fehlender Daten ungeklärt.

3.4 Fazit

Zunächst bezieht sich die Zusammenfassung auf die globale Systematik mit methodischer Schwerpunktsetzung von empirischen Analysen des individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens im interpersonellen Kontext. Im Kontrast zu den kenngrößenorientierten Ansätzen, die eher auf eine tiefgründige Analyse von Einzelphänomenen des Raum-Zeit-Verhaltens (beispielsweise das Verkehrsmittelwahlverhalten usw.) fokussiert sind und daher auf einer stark disaggregierten Betrachtungsebene operieren, stehen die musterorientierten Arbeiten. Mit ihrer umfassenden Sichtweise des Raum-Zeit-Verhaltens, die infolge der damit einhergehenden hohen Komplexität eine Aggregation des Datenmaterials durch Typologiebildung erfordert, vertreten sie die Gegenperspektive. Nur auf der Basis von Wege-Aktivitätenmustern s gelingt es, das Ergebnis der vielschichtig verknüpften individuellen Entscheidungszusammenhänge des Raum-Zeit-Verhaltens abzubilden, woraus sich eine hohe Praxisrelevanz jener als Grundlage für aktivitätenorientierte Verkehrsnachfragemodelle begründet. Musterorientierte Ansätze erfordern jedoch ein aufwendiges Vorgehen. Die Untersuchungsstrategie sollte dabei aus einer Aufeinanderfolge explorativer und induktiver statistischer Verfahren bestehen:

- *Erstens* besteht die Aufgabe, strukturelle Unterschiede bzw. Übereinstimmungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf Basis der Wege-Aktivitätenmuster s zu erkennen.
- Und sind *zweitens* daran anknüpfend Erklärungszusammenhänge zwischen den Kontextbedingungen der Umwelt sowie den Charakteristika von Personen auf *der einen Seite* und unterschiedlichen Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auf *der anderen Seite* herzustellen.

Aus der speziellen Systematik musterorientierter Untersuchungsansätze lässt sich schließen, dass weitergehende Erkenntnisfortschritte notwendig sind, um die Variation im individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten noch realitätsnäher abzubilden und zu erklären.

- Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens und Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen

  Gründe für die Abbildungsdefizite des Raum-Zeit-Verhaltens und der fehlenden Berücksichtigung potenzieller Erklärungsgrößen k sind in der Qualität der zur Verfügung stehenden Daten zu suchen. Wesentliche Ausschnitte des erfassten individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens, der Charakteristika der Umwelt und der Eigenschaften und Möglichkeiten der handelnden Personen sind, wie die herangezogenen Untersuchungen zeigen, nur teilweise bzw. nicht ausreichend differenziert erfasst.
- Vor allem betrifft dies Aspekte der räumlich-infrastrukturellen Umwelt und die individuellen Orientierungen, Stilisierungen usw. Wesentlich besser schneiden alle herangezogenen musterorientierten Forschungsbeiträge in der Beachtung von Indikatoren k ab, die mit den Möglichkeiten und Eigenschaften von Personen und der sozialen Umwelt zusammenhängen.

- Die den Analysen zugrundegelegten Wege-Aktivitätenmuster s repräsentieren indivduelles Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten der Realität nur relativ grob:
  - *Erstens* umfassen die entsprechenden Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{x})$ relativ wenige Zustände $\mathbf{y}^{x}_{i}$. Das heißt: Die strukturelle Ähnlichkeit der Wege-Aktivitätenmuster s im inter- und intrapersonellen Kontext ist daher generell als relativ hoch einzustufen.
  - *Zweitens* bestehen zum Teil Defizite in der Abbildung der temporalen Information durch die verwendeten Sequenzformen der Ereignisreihe bzw. der Dauerreihe.
  - *Drittens* setzt die Beschränkung des Makrozeitabschnittes auf einen Stichtag unter der Woche Grenzen in der Erklärbarkeit der Variation des Raum-Zeit-Verhaltens.

Auf der methodischen Seite, die durch die Untersuchungsstrategie und die verwendeten statistischen Verfahren repräsentiert ist, scheinen die Analysepotenziale derzeit ebenfalls noch nicht vollends ausgeschöpft zu sein.

- Ebene musterorientierter Untersuchungsansatz
  - *Erstens* ist ein objektives Vorgehen bei der Betrachtung von Kausalzusammenhängen zwischen Erklärungsgrößen und Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten nur dann gewährleistet, wenn experimentell statt theoriegeleitet auf Basis von a-priori Personenkategorien $\mathbf{k}_{j}$ vorgegangen wird. Beispielgebend hierfür ist der Ansatz von *Pas* [1980].
  - *Zweitens* erscheint ausgehend von der nicht vollständigen Erklärbarkeit individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens ein deterministischer Ansatz weniger geeignet. Stattdessen ist für die Modellbildung ein Wahrscheinlichkeitsansatz eher zweckmäßig, der bislang in keiner Forschungsarbeit verwendet wurde. Damit wird man auch einer angenommenen Pluralität der gesellschaftlichen Verhältnisse besser gerecht („Pluralisierungsthese“). Denn es ist zu vermuten, dass die bislang noch anerkannten Determinismen zwischen Personenkategorien $\mathbf{k}_{j}$ und typischem Raum-Zeit-Verhalten immer mehr an Gültigkeit verlieren.

Ebene Sequenzvergleichsanalyse

- *Drittens* weisen die verwendeten Verfahren der einschlägigen musterorientierten Untersuchungen zur Abbildung der (Un-)ähnlichkeit von Wege-Aktivitätenmustern s auf der Basis geometrischer Distanzen $D_{geo}(s,š)_{s,š \in S}$ Abbildungsdefizite auf: Sowohl die inhaltliche Struktur der Zusammensetzung beider Sequenzen s mit gemeinsamen und unterschiedlichen Zustandselementen wird nur ansatzweise erfasst, als auch die Abfolge von gemeinsamen Zustandselementen beider Sequenzen bleibt unberücksichtigt.
- *Viertens* ist ebenso die empirische Fundierung eines solchen Abstandmaßes nach inhaltlichen Gesichtspunkten ungelöst: Vorhandene Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{x}_{i},\mathbf{y}^{x}_{j})$ zwischen Zuständen $\mathbf{y}^{x}_{i}$, bzw. $\mathbf{y}^{x}_{j}$ bleiben entweder unbeachtet oder gehen als Ergebnis vager Annahmen in die Distanzbestimmung ein.

4 KONZEPTION EINES MUSTERORIENTIERTEN MULTIMETHODENANSATZES ZUR ANALYSE DES AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)VERHALTENS

4.1 Einleitung

Die im folgenden Kapitel erläuterte Vorgehensweise der statistischen Datenanalyse mit dem Zweck der Bildung und Erklärung einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie orientiert sich an den aufgezeigten methodischen Verbesserungsmöglichkeiten, wie im vorherigen Kapitel 3 erläutert. Zunächst sollen im Rahmen der Konzeption des musterorientierten Multimethodenansatzes nachstehende Aspekte beachtet werden:

- *erstens* die Objektivität der Untersuchungsstrategie,
- *zweitens* die möglichst wirklichkeitsnahe Abbildung der (Un-)ähnlichkeit zwischen Wege-Aktivitätenmustern s und
- *drittens* die Angemessenheit des Kausalprinzips.

Eine weitere Forderung - die inhaltliche Ausrichtung des gewählten Verfahrens der Sequenzvergleichanalyse am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten („Zustands(un-)ähnlichkeit“) - greifen im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit Kapitel 5 und 6 auf.

4.2 Struktur des Multimethodenansatzes

Um auf die oben genannten Anforderungen einzugehen, setzt die Abbildung und Erklärung von (Un-) -ähnlichkeiten zwischen Wege-Aktivitätenmustern s einen statistischen Multimethodenansatz voraus, dessen strategische Ausrichtung durch eine Abfolge strukturen-erkennender und strukturen-prüfender Methoden gekennzeichnet ist. Die dreistufige Grundstruktur der Anordnung statistischer Verfahren stellt Abbildung 4-1 schematisch dar. Dabei kommt der gewählte Ansatz einer direkten Vorgehensweise ohne eine a-priori Kategorisierung von Personen aus und erfüllt dadurch das aufgestellte Ziel der Analyseobjektivität.

1. Zuerst wird die *Optimal Matching Technik* - ein Verfahren der Sequenzvergleichsanalyse - angewandt, um jeweils den Abstand D(s,š) für die paarweise Gegenüberstellung von jedem Wege-Aktivitätenmuster s mit jedem anderen š (s,š $\in$ S) zu quantifizieren. Es handelt sich dabei um eine Analysemethode zur Distanzermittlung, die dem Abbildungsprinzip biologischer Distanzen folgt. Dadurch wird - wie im Verlauf des Kapitels begründet - eine vergleichsweise wirklichkeitsnähere Abbildung von Abständen $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s erreicht, was bereits als Forderung formuliert wurde.
2. Der zweite Analyseschritt - die Anwendung eines *Fusionsalgorithmus der Clusteranalyse* - benötigt als Ausgangspunkt die berechnete Distanzmatrix **D** aller Sequenzabstände aus der vorherigen Analysestufe. Ergebnis der Fusionierung ist eine Wege-Aktivitätenmuster-Typologie, die aus mehreren Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i mit $S_i \subset S$ besteht.
3. Im letzten Schritt kommt ein *multinomiales Logit-Modell* zum Einsatz, um zu ergründen, welche Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen individuellen und kontextuellen Erklärungsgrößen repräsentiert durch das Merkmalsausprägungsset $\mathbf{k_j}$ auf der einen Seite und der Affinität zu

Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auf der anderen Seite besteht. Dies geschieht durch Identifikation maßgebender Trennvariablen k sowie der Analyse entsprechender Effekte - das heißt die Ermittlung der Wirkungsrichtung und Wirkungsstärke - der Merkmalswerte k_j diskriminierender Prädiktoren k. Entsprechend variieren die Zuordnungschancen zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i infolge eines Sets von Merkmalsausprägungen $\mathbf{k}_j$ identifizierter personen-, haushaltspezifischer und raum-(verkehrsinfrastruktur-)beschreibender Erklärungsgrößen k. Da diese Herangehensweise dem Wahrscheinlichkeitsprinzip folgt, wird einer wesentlichen der eingangs formulierten Anforderungen genügt.

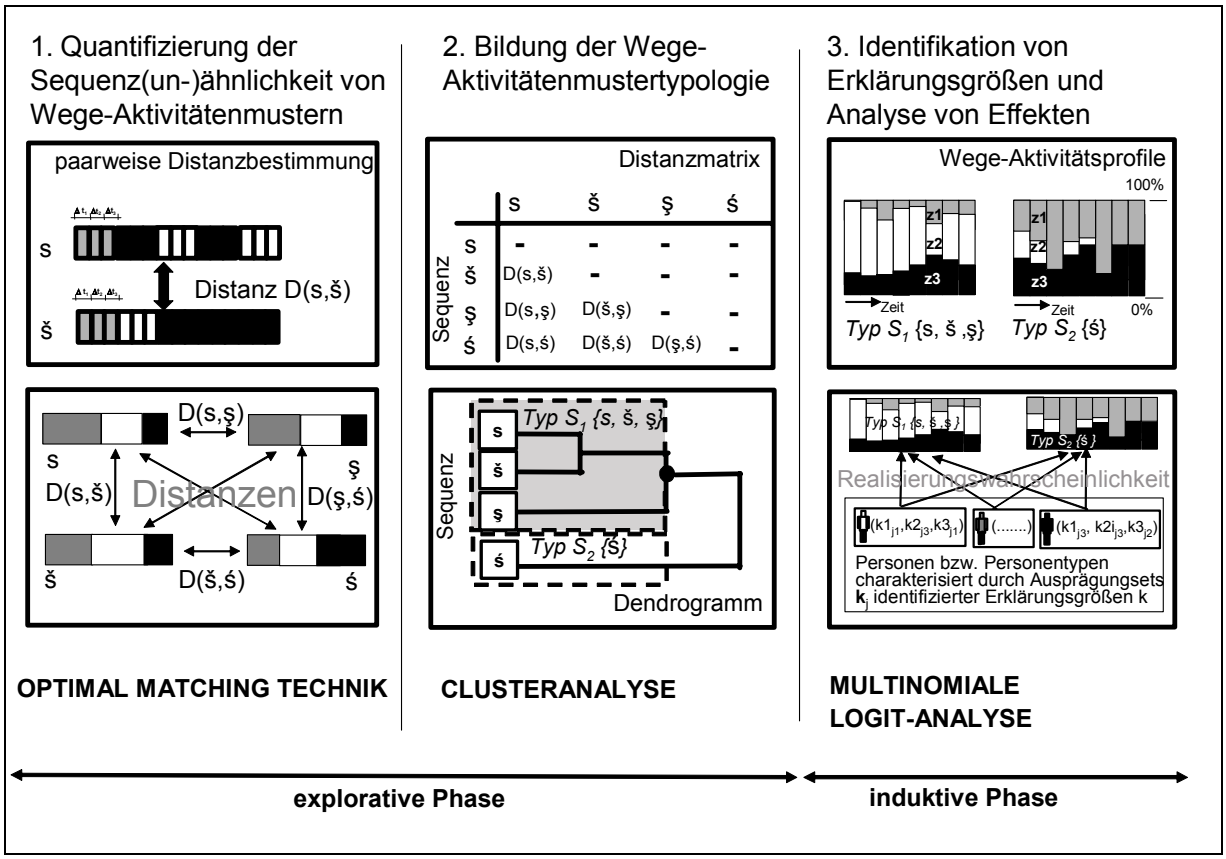


Abbildung 4-1: Multimethodenansatz zur Abbildung und Erklärung von Unterschieden zwischen Wege-Aktivitätenmustern [eigene Darstellung]

4.3 Konzeptioneller Rahmen

Die in Kapitel 2 dargelegten Zusammenhänge eines Theoriemodells zur Verkehrsentstehung bilden die konzeptionelle Basis für die gewählte Analysestrategie des musterorientierten Multimethodenansatzes. Die Theoriebildung für den vorliegenden Untersuchungsansatz umfasst alle drei „Logiken" als Verbindungen zwischen den Elementen des theoretischen Grundansatzes (vgl. Abbildung 4-2). Im Einzelnen werden betrachtet:

a) die Logik der Aggregation zur Behandlung, wie der Mikro-Makro-Übergang von individuellen Handlungen - den Wege-Aktivitätenmustern s - zu den Makrozuständen - den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i - zu bewerkstelligen ist,
b) die Logik der Auswahl zur Ergründung, welche Handlungsalternative - hier welcher Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i - gewählt wird, sowie

c) die Logik der Situation zur Klärung der Frage, wie Elemente der Umwelt und der Person die Variabilität individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - dargestellt in aggregierter Form als Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i - beeinflussen.

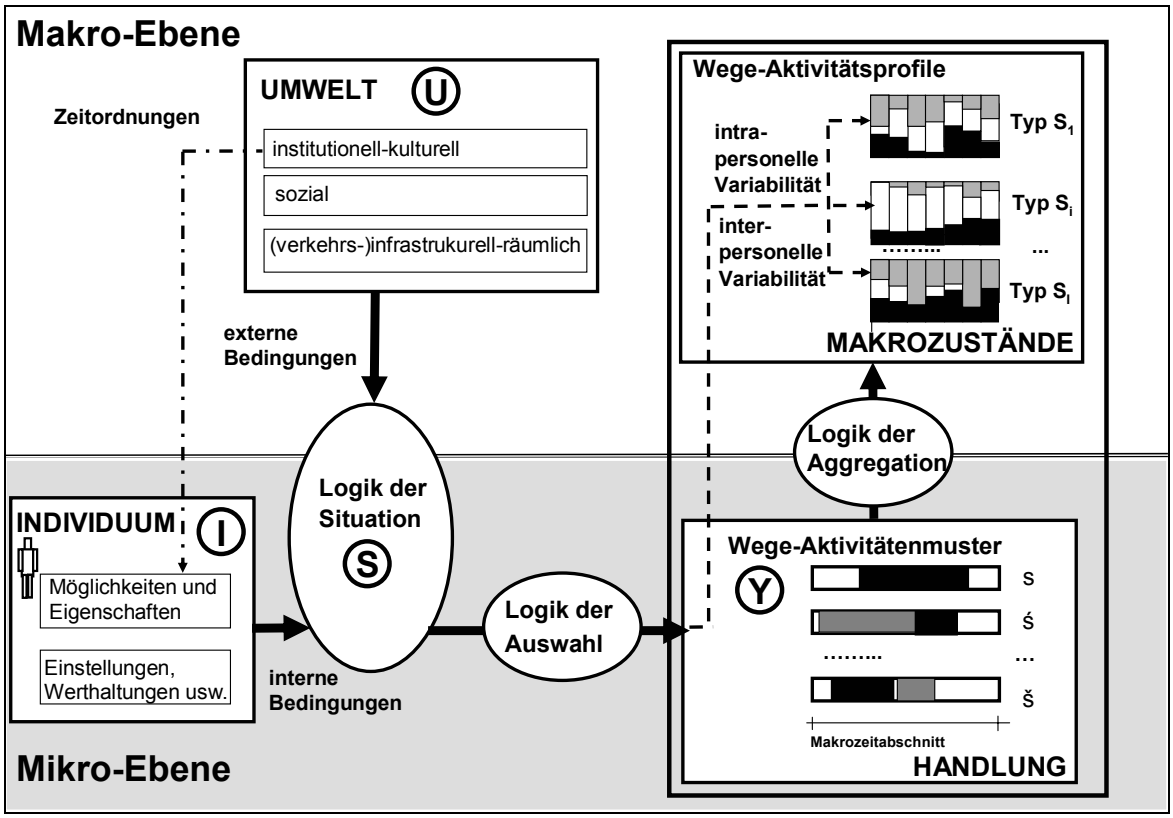


Abbildung 4-2: konzeptioneller Rahmen des Multimethodenansatzes

a) Logik der Aggregation: von individuellen Wege-Aktivitätenmustern zu kollektiven Wege-Aktivitätenmuster-Typen bzw. Wege-Aktivitätsprofilen

Die Logik der Aggregation behandelt als formaler logischer Schritt den Mikro-Makro-Übergang von den individuellen Handlungen in Form realisierter Wege-Aktivitätenmuster s mit $s \in S$ zu den Makro-zuständen der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i bzw. deren abgeleiteter Darstellungsform den Wege-Aktivitätsprofilen, wozu Transformationsregeln und -bedingungen aufzugreifen sind.

- Die Transformationsregel der empirischen Typologiebildung („natürliche Klassifikation“) - d. h. für die Zusammenfassung einzelner, empirisch erfasster Wege-Aktivitätenmuster s zu gröberen Einheiten S_i auf Makroebene - basiert auf dem Grundprinzip der externen Heterogenität der verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i und der internen Homogenität desselben Typus S_i. Eine hohe Komplexität individueller Wege-Aktivitätenmuster s legt eine Aggregationsstrategie zur Strukturierung nahe, um trotz eines „ausufernden“ Umfangs des aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ die intra- bzw. interpersonelle Verhaltensvariabilität beschreiben und deuten zu können. Dieses Vorgehen setzt allerdings eine Klassifizierbarkeit des Raum-Zeit-Verhaltens voraus.

Zur Umsetzung der Transformationsregel mit dem Ziel der Typologiebildung - es handelt sich dabei um eine statistische Aggregation - dienen die mathematischen Prozeduren der eingesetzten explorativen Verfahren: *erstens* die Optimal Matching Technik (Levenstheinalgorithmus) zur Bestimmung der Sequenzabstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ der Wege-Aktivitätenmuster s (vgl. Abschnitt 4.4) und *zweitens* ein clusteranalytischer Fusionsalgorithmus (z. B. Ward-Verfahren) zu deren Gruppierung (vgl. Abschnitt 4.6.2).

- Zu den Transformationsbedingungen zählen die zu beachtenden bzw. zu treffenden Annahmen der verwendeten statistischen Methoden: beispielsweise die a-priori Festlegung der Transformationsaufwandswerte C_ω der Optimal Matching Technik (vgl. Abschnitt 4.4.3), das Abbruchkriterium des Fusionsalgorithmus zur Bestimmung der Clusteranzahl (vgl. Abschnitt 4.6.2) usw.

b) Logik der Auswahl: Auswahl von Wege-Aktivitätenmuster-Typen nach dem Wahrscheinlichkeitsprinzip

Die Logik der Auswahl verbindet über Auswahlregeln die subjektive Definition der Situation mit den Handlungsalternativen.

- Alternativen des individuellen Auswahlprozesses sind weder einzelne Handlungen Y noch zeitliche Abfolgen von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W innerhalb eines Makrozeitabschnittes (z. B. Tag, Woche, Monat usw.) - die Wege-Aktivitätenmuster s - auf Mikrobebene, sondern die verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auf Makroebene. Das heißt: Statt der Blickrichtung eines handelnden Individuums mit je nach Situation unterschiedlichen Handlungsoptionen der Ausübung von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W zu folgen, werden im vorliegenden Ansatz die Handlungsalternativen nur auf der Makroebene „wahrgenommen“. Diese repräsentieren somit mittleres Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten je Typus S_i.
- Zur Definition der Situation ist in Hinsicht auf den statistischen Untersuchungsansatz folgendes auszuführen: Standardisierte Situationen liegen dann vor, wenn subjektive Situationen bei verschiedenen Personen (interpersonell) gleich gesetzt oder bei einem Individuum im Zeitverlauf (intrapersonell) als konstant angenommen werden. Voraussetzung hierfür ist, dass subjektive Situationen in Abhängigkeit der Kontextbedingungen der Umwelt sowie der Personencharakteristika mit entsprechenden Variablen k bzw. deren Werte k_j beschreibbar sind. Wird als Folge standardisierter Situationen gleiches Raum-Zeit-Verhalten unterschiedlicher Personen oder stabiles Verhalten einer Person vorausgesetzt, so liegt die These des Verhaltensdeterminismus zugrunde, was der Realität nicht gerecht wird [vgl. Werlen 2000]. Unberücksichtigt bleiben dabei die nicht vorhandenen bzw. nicht eruierbaren Informationen über das gesamte individuelle Entscheidungskalkül:
  - *Erstens* sind infolge unterschiedlicher subjektiver Wahrnehmung externer Bedingungen der Umwelt, unterschiedlicher Bewertung von Handlungsfolgen, fehlender Erklärungsgrößen, Messfehler bei Erhebungen usw. der umfassenden Situationsbeschreibung für unterschiedliche Individuen generell Grenzen gesetzt. Das bedeutet: Es gibt eine nicht erklärbare interpersonelle Variabilität. Trotz identischer standardisierter Situation ist bei verschiedenen Personen unterschiedliches Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten grundsätzlich möglich [Pas 1987, Kunert 1992, Pas et al. 1995].

- *Zweitens* unterliegt die Situationsdefinition auf individueller Ebene einer zufälligen Dynamik, deren Hintergründe unbekannt sind - die zufällige intrapersonelle Variabilität [Pas 1987, Kunert 1992, Pas et al. 1995].

Vor dem eben erläuterten Hintergrund soll nun - so weit möglich - versucht werden, auf handlungstheoretischer Basis eine Begründung für die statistische Methodenwahl mit der Zielstellung der modellhaften Abbildung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen zu finden. Den Anspruch nicht erklärbare Sachverhalte in der Modellierung des individuellen Entscheidungsprozesses zu berücksichtigen, führt zu folgender Sichtweise auf entscheidungstheoretischer Grundlage: Soweit empirisch fassbar, bestimmen standardisierte Situationen bei verschiedenen Personen bzw. bei gleichen Individuen im Zeitverlauf über das Wahrscheinlichkeitsprinzip die Auswahl einer Handlungsalternative: eines Wege-Aktivitätenmuster-Typus S_i auf Makroebene. Für die Behandlung von Problemstellungen dieser Art erscheint vordergründig die Theorie der rationalen Handlungswahl adäquat [vgl. Urban 1993], was im Verlauf der Argumentation jedoch einzuschränken ist. Bei diesem Ansatz wählt das Individuum aus den vorhandenen Alternativen S_i endlicher Anzahl I diejenige mit dem größten Nutzen. Von Vorteil ist, dass sich die Grundannahmen der Theorie der rationalen Handlungswahl formal in das statistische multinomiale Logit-Modell - ein Wahrscheinlichkeitsmodell - transformieren lassen. Dabei lässt sich die Wahl einer Handlungsalternative durch eine Nutzenfunktion modellieren, die sich in zwei Komponenten zerlegen lässt: einen deterministischen und einen stochastischen Anteil [Urban 1993]:

- Die deterministische Komponente (Präferenzfunktion) umfasst als Linearkombination die Merkmalswerte y^x_i der beobachtbaren Eigenschaften der Handlungsalternativen y^x, die Ausprägungen k_j entscheidungsrelevanter Merkmale k aus der standardisierten individuellen Situation (Merkmale der Person und Kontextbedingungen der Umwelt) sowie die zu schätzenden Logit-Parameter. Die dadurch spezifizierte Präferenzfunktion wird auf der Grundlage empirischer Daten geschätzt [Urban 1993].
- Die stochastische Komponente repräsentiert den Zufallscharakter des Auswahlvorgangs: Trotz eines identischen Sets von Merkmalswerten $\mathbf{k_j}$ zur Beschreibung der standardisierten Situation wählen verschiedene Personen bzw. gleiche Personen im Zeitverlauf unterschiedliche Handlungsalternativen S_i [Urban 1993].

Ungeachtet der Nähe zum Modell der rationalen Handlungswahl gelingt dessen Integration im Hinblick auf die vorliegende Erklärungsaufgabe nur unvollständig, da eine wesentliche Grundannahme nicht berücksichtigt wird: Im Analysefall sind die „nutzenrelevanten“ Eigenschaften der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i unbekannt. Entsprechend verbleiben zur Formulierung des Logit-Modells lediglich Erklärungsgrößen k der Umwelt und der Person. Daraus folgt: Das Entscheidungsproblem ist zumindest zum Teil konstruiert, was jedoch für die statistische Anwendung der Logit-Analyse völlig unproblematisch ist [Kunert 1992, Urban 1993].

Grundsätzlich stellt sich dennoch die Frage, ob für den Analysezweck möglicherweise Alternativen zum Logit-Modell bestehen. Bei Vorliegen einer nominalskalierten abhängigen Variablen und metrisch skalierten unabhängigen Merkmalen kommt als weitere Möglichkeit multivariater Analyseverfahren die Diskriminanzanalyse infrage, die jedoch zwei wesentliche Nachteile aufweist:

- *Erstens* können die unabhängigen Merkmale nicht nominal skaliert sein, was aber in der Regel bei vielen Variablen (Erwerbsstatus, Geschlecht usw.) der Fall ist [Kühnel 1993].
- Und *zweitens* fehlt ein kausalanalytischer Zugang. Die Parameter der linearen Diskriminanzfunktion zur Schätzung der Zuordnung der Fälle zu den Merkmalswerten der abhängigen Variablen lassen sich nach *Kühnel* [1993] nicht zwingend als kausale Beziehungen interpretieren.

c) Logik der Situation: Einflussfaktoren des individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

In der Logik der Situation geht es darum zu klären, welche und wie externe Rahmenbedingungen der Umwelt (Makroebene) *einerseits* sowie die internen Eigenschaften und Möglichkeiten, Einstellungen usw. der Person (Mikroebene) *andererseits* die inter- und intrapersonelle Variabilität im Raum-Zeit-Verhalten beeinflussen (vgl. Abschnitt 2.2.3). Gesucht werden demnach unabhängige Merkmale k der Person, des Haushaltes, der (verkehrs-)infrastrukturell-räumlichen Umwelt usw. mit denen eine Beschreibung der subjektiven Situation im Sinne einer vereinfachten Abbildung der Realität optimal gelingt. Die entsprechenden Variablen gehen dann als potenzielle Erklärungsgrößen k in die Formulierung des Logit-Ansatzes zur Modellierung von individuellen Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i ein. Ohne auf eine konkrete Datenlage mit fehlenden oder vorhandenen Erklärungsgrößen k einzugehen, verbleibt im Folgenden lediglich eine Diskussion grundlegender Zusammenhänge.

- individuelle Eigenschaften und Möglichkeiten
  Unbestritten ist, dass insbesondere die personenbezogenen Merkmale k eine substanzielle Erklärungskraft zur Deutung insbesondere der inter- aber auch intrapersonellen Variabilität des Raum-Zeit-Verhaltens aufweisen. Wie aus den Ergebnissen einschlägiger Forschungsarbeiten (vgl. Abschnitt 3.3.2) hervorgeht, zählen dazu in erster Linie die soziodemografischen Merkmale k wie Erwerbsstatus, Alter, Geschlecht, Führerscheinbesitz usw., die je nach Operationalisierung eng mit den Erklärungshintergründen von Lebenszyklus oder Status-Rolle verbunden sind (vgl. Abschnitt 2.2.2). Entsprechende Prädiktoren k sind daher beim vorliegenden Untersuchungsansatz soweit möglich zu berücksichtigen.

- individuelle Einstellungen, Orientierungen, Motive, Stilisierungen usw.
  Basis von Operationalisierungen zur Fassung von Einstellungen, Orientierungen bildet der Erklärungshintergrund des Lebensstils, um interpersonelle Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten zu deuten. Trotz eines empirischen Nachweises von *Lüdtke* [1995], der eine Beziehung zwischen Lebensstil und Zeitverwendung konstatiert, und weiterer Aufschlüsse entsprechender Kausalitäten durch empirische Analysen auf kenngrößenorientierter Basis [u.a. Wulfhorst et al. 2000, Hammer et al. 2003] steckt die Beachtung von Lebensstilaspekten in der Verkehrsforschung erst in den Anfängen. Hauptsächlich hängt dies mit den bisherigen Datenmöglichkeiten zusammen (vgl. Abschnitt 2.2.2).

- institutionell-kulturelle Umwelt
  Zur Erklärung von periodischen Schwankungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf Personenebene - als systematische intrapersonelle Variabilität bezeichnet -, fällt den gesellschaftlichen Zeitordnungen auf der Makroebene der Umwelt eine Schlüsselrolle zu. Zeitregime, die der institutionell-kulturellen Umwelt zugehörig sind, strukturieren im hohen

Maße die zeitliche Lage, Dauer, Abfolge usw. von Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W. Außer den Zeitregulativen auf Tagesebene (z. B. Ladenschlusszeiten) existieren auf den übergeordneten Ebenen der Woche (z. B. geschlossene Geschäfte sonntags), des Jahres (z. B. Schulferien im Sommer) usw. weitere Zeitordnungen. Dabei prägen primär die Erfordernisse der Arbeitswelt den gesellschaftlichen Zeitrhythmus („Arbeitsgesellschaften westeuropäischen Typus"). Für die Einbeziehung von Kontexteffekten der institutionell-kulturellen Umwelt stehen normalerweise keine Merkmale zur Situationsbeschreibung zur Verfügung. Stattdessen fungieren hier als „Ersatzmerkmale" die Variablen k der Person, um entsprechende Zusammenhänge zu berücksichtigen. Denn, ob und inwieweit Personen den zyklischen Zeitgebern unterliegen oder nicht, hängt wiederum von deren individuellen Eigenschaften und Möglichkeiten - besonders dem Erwerbsstatus - ab.

- soziale Umwelt
  Individuelles Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten unterliegt weiterhin Einflüssen, die durch andere Personen bedingt sind. Die Abbildung relationaler Beziehungen zwischen Individuen über entsprechende Merkmale k zur Berücksichtigung von sozialen Netzen beschränkt sich dabei in der Regel auf den Haushaltszusammenhang. Unbeachtet bleiben dabei im Rahmen des Untersuchungsansatzes der vorliegenden Arbeit die hoch komplexen Wechselbeziehungen hinsichtlich der Realisierung von Ortsveränderungen W und Aktivitäten A zwischen Hauhaltsmitgliedern, die andere Forschungsarbeiten ausführlich analysieren (u. a. *Golob et al.* [1997], *Simma* [2000]). Das bedeutet: Zur Situationsbeschreibung werden lediglich - soweit die Datenlage es zulässt - Merkmale des Haushaltes als potenzielle Determinanten k aufgegriffen.

- (verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt
  Die Gelegenheitenstruktur des Raumes und die Erreichbarkeit der Einrichtungen repräsentieren die verkehrs-(infrastrukturell)-räumlichen Bedingungen. Potenzielle Effekte von raumbezogenen bzw. verkehrs-infrastrukturellen Variablen auf das individuelle Raum-Zeit-Verhalten sind grundsätzlich in Betracht zu ziehen, da Resultate anderer musterorientierter Forschungsbeiträge (z.B. *Pas* [1984], *Recker et al*. [1985][4]) dies zumindest teilweise indizieren. Weiterhin belegen eine Vielzahl von unterschiedlichen kenngrößenorientierten Analysen, dass Zusammenhänge zwischen dem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten und der (verkehrs-)-infrastrukturell-räumlichen Umwelt existieren (u. a. *Holz-Rau* [1990] und *Snellen* [2000]). Trotz der Bestätigung entsprechender Ursache-Wirkungs-Beziehungen bestehen Unklarheiten über die Effektstärken: Beispielsweise zeigen die Resultate der Mehrebenenanalyse von *Snellen* [2000], bei der die raumstrukturellen Kontexteinflüsse von Personencharakteristika bereinigt sind, eher mäßige Effekte der Raumstruktur. Günstige Voraussetzung für die Überprüfung entsprechender Zusammenhangsstrukturen ergeben sich dann, wenn hinreichende Daten breit gestreut auf allen räumlichen Maßstabsebenen (Region, Stadt bzw. Gemeinde des Wohnstandortes, kleinräumiges Wohnumfeld („Quartier") und Wohnung) zur Verfügung stehen.

Obwohl nicht ausschließlich individuelle Variablen, sondern auch Kontextmerkmale in die Abbildung der Ursache-Folge-Zusammenhänge mit Hilfe der Logit-Analyse eingehen, unterbleibt in der vorliegenden Arbeit der analytische Versuch, individuelle Effekte („kontextfrei"), strukturelle Effekte der Umwelt (Kontexteffekte) und Interaktionseffekte (zwischen individuellen

[4] Die Vergleichbarkeit mit europäischen Studien ist in diesem Aspekt als fraglich einzustufen, da in den USA andere raumstrukturelle Gegebenheiten vorhanden sind [Simma 2000].

Merkmalen oder zwischen Individual- und Kontextmerkmalen) zu trennen. Jenes Vorgehen erscheint modelltechnisch grundsätzlich möglich [vgl. Engel 1998], sprengt aber - da in der Umsetzung sehr anspruchsvoll - den Rahmen der vorliegenden Arbeit.

4.4 Optimal Matching Technik

Zur Quantifizierung der Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s müssen praktikable Verfahren der Sequenzvergleichsanalyse angewandt werden. Zu beachten ist: Distanz- und Ähnlichkeitsmaße sind gegenläufige Maße für Sequenzabstände $D(s,š)_{s,š \in S}$, wobei sich die nachfolgenden Ausführungen auf Distanzen beziehen, da jene bei der Optimal Matching Technik ermittelt werden.

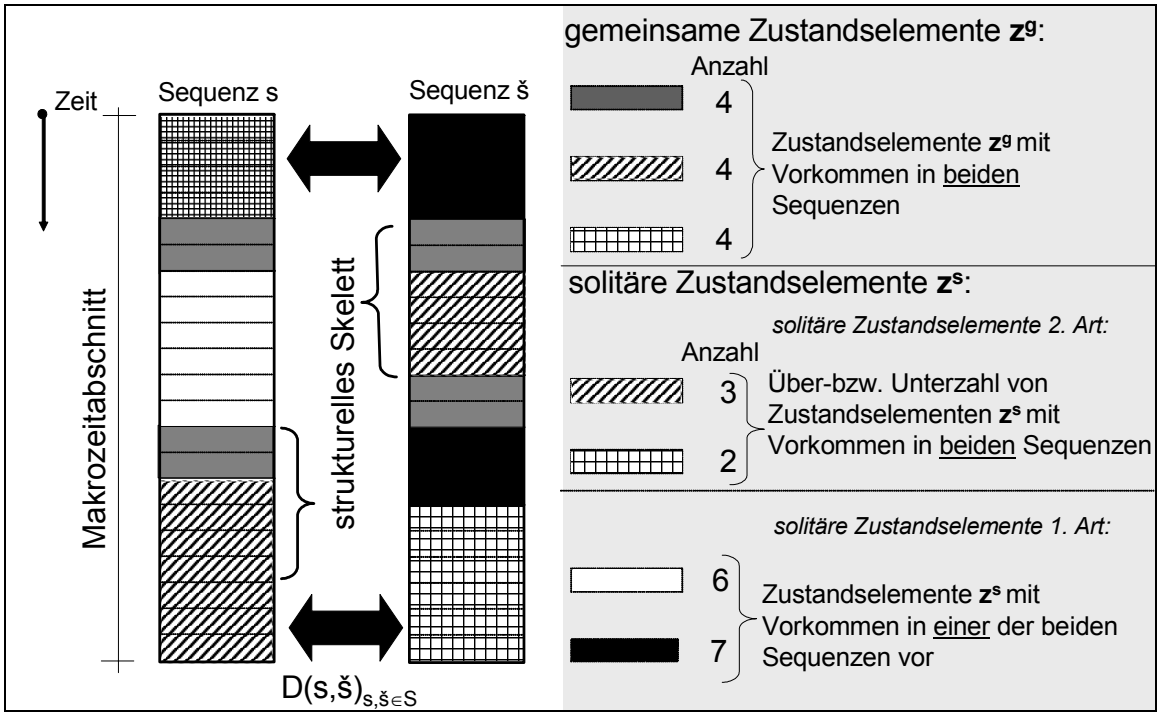


Abbildung 4-3 Beispiel für die Unterscheidung gemeinsamer und solitärer Elemente [eigene Darstellung]

Beim Vergleich zweier Wege-Aktivitätenmuster s und š aus der Sequenzmenge S (s, š ∈ S) lassen sich die konstituierenden Zustandselemente **z** bzw. **ž** mit **z**, **ž** ∈ $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ nach zwei Arten differenzieren:

- *Zum einen* können identische Zustandselemente **z** bzw. **ž** an gleicher oder unterschiedlicher Position k in beiden Sequenzen s bzw. š auftreten, das heißt: Es handelt sich um gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{g}$ [Joh et al. 2001].
- *Zum anderen* besteht die Möglichkeit, dass bestimmte Zustandselemente **z** bzw. **ž** entweder nur in der Ziel- oder Quellsequenz vorkommen (solitäre Elemente $\mathbf{z}^{s}$ 1. Art). Zu beachten ist: Gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{g}$ werden dann zu solitären Zustandselementen $\mathbf{z}^{s}$, wenn eine Über- bzw. Unterzahl von gleichen Zustandselementen **z** zwischen beiden Mustern vorhanden ist; jene werden per Definition als solitäre Elemente 2. Art bezeichnet [Joh et al. 2001].

Gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ in gleicher Abfolge, die möglicherweise an unterschiedlicher Position angeordnet sind, konstituieren das „strukturelle Skelett“ zweier Sequenzen s und š [Joh et al. 2001].

4.4.1 Grundlagen

Die formalen Grundzüge der Optimal Matching Technik behandeln *Kruskal et al.* [1983]. Dieses dort vorgestellte Grundverfahren fußt auf folgender Idee: Gegeben sind die Sequenzen s und š, die der endlichen Menge aller Sequenzen S angehören (s,š $\in$ S). Aufgabe ist es, eine Ausgangssequenz s($\mathbf{z}_1$, $\mathbf{z}_2$, $\mathbf{z}_k$.....$\mathbf{z}_K$) mit K Zustandselementen $\mathbf{z}$ ($\mathbf{z} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$) in eine Zielsequenz s[$\omega$] = š zu transformieren, so dass im Endzustand beide Sequenzen s und š identisch sind. Die Optimal Matching Technik folgt dabei dem Abbildungsprinzip sogenannter biologischer Distanzen [u. a. Kruskal et al. 1983, Rohwer et al. 2001]:

- *Zum einen* werden gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ in der Quellsequenz s gelöscht und wieder in die Zielsequenz š eingefügt - als Repositionierungsvorgang bezeichnet -, so dass sich deren Position k innerhalb der Sequenz verändert [Joh et al. 2001].
- *Zum anderen* gehen Unterschiede in der Zustandselementkomposition in das Distanzmaß ein. Es findet ein Austausch von solitären Elementen $\mathbf{z}^{\mathbf{s}}$ statt: Diejenigen der Quellsequenz s werden entfernt und diejenigen der Zielsequenz š werden eingefügt. Hierfür kommen Ersetzen Aktionen oder die Kombination der Operationen Löschen und Einfügen infrage [Kruskal et al. 1983, Rohwer et al. 2001, Joh et al. 2001].

Um von der Quell- s zur Zielsequenz š zu gelangen, müssen eine Vielzahl elementarer Operationen $\omega \in \Omega$ durchgeführt werden, die sich in Form eines Abfolgevektors $\boldsymbol{\omega}$ dieser Aktionen darstellen lassen. Per Definition besteht der Satz Ω möglicher Operationen aus den Aktionen löschen (del), einsetzen (add) und ersetzen (sub) von Zustandselementen (Ω = {ins, del, sub}) [Rohwer et al. 2001].

Jedem Transformationsschritt ω_m lässt sich ein Aufwandswert C_ω zuweisen, so dass in Abhängigkeit der durchgeführten Operation $\omega_m \in \Omega$ zwischen drei Aufwandswertearten unterschieden werden kann: dem Einsetz- C_{add}, dem Lösch- C_{del} und dem Substitutionsaufwand C_{sub}. Aus der Summe der einzelnen Aufwandswerte C_ω der Aktionen auf (vgl. Gleichung 4-1) resultiert der Gesamtaufwand des Transformationsprozesses [Rohwer et al. 2001]:

Gleichung 4-1: $$C[\varpi_1,.....,\varpi_M] = \sum_{m=1}^{M} C[\varpi_m]$$

Wie Gleichung 4-2 nach *Rohwer et al.* [2001] zeigt, lässt sich die Bestimmung der Distanz zwischen den Sequenzen s und š[$\boldsymbol{\omega}$] als Optimierungsproblem auffassen: Gesucht wird die Abfolge von m notwendigen Operationen, welche die Summe der Aufwandswerte minimiert, um Sequenz s in Sequenz š[$\boldsymbol{\omega}$] zu transformieren. Der ermittelte Abstand $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ repräsentiert das Maß für

die Unähnlichkeit zweier Sequenzen. Je größer die Distanz $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ ist, desto unähnlicher sind jene.

Gleichung 4-2: $$D_{bio}(s, \breve{s}) = \min \left\{ C\left[\varpi_1, ..., \varpi_M\right] \mid \breve{s} = s\left[\varpi_1, ..., \varpi_M\right], \varpi_m \in \Omega, M \geq 0 \right\}$$

$D_{bio}(s, \breve{s})$ biologische Distanz zwischen den Sequenzen s und š

M Anzahl der Operationen ω

Ob es sich bei der biologischen Abbildung von Unähnlichkeiten zwischen Sequenzen mit Hilfe der Optimal Matching Technik um einen Distanzindex handelt, soll anhand der Argumentation von *Kruskal et al.* [1983] und *Rohwer et al.* [2001] für die hierfür einzuhaltenden Kriterien kurz dargelegt werden:

- Das Axiom der Nichtnegativität gilt durch die Festlegung positiver Aufwandswerte C_ω als erfüllt.
- Die Einhaltung der Reflexivitätsbedingung ist ebenfalls gegeben. Aus der Distanzbestimmung folgt bei der Gegenüberstellung identischer Sequenzen ein Wert von $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S} = 0$, ohne eine Transformationsaktion ω_m auszuführen.
- Ob der Symmetriebedingung genügt wird, hängt von der Spezifizierung der Transformationsaufwandswerte C_ω ab:
  - *Erstens* sind unabhängig von der Richtung des Zustandswechsels die Substitutionsaufwandswerte C_{sub} einheitlich zu definieren.
  - *Zweitens* muss, gleichwohl ob ein Zustandselement **z** gelöscht oder hinzugefügt wird, der Aufwandswert C_ω identisch sein.

Weiterhin ist zu errörten, ob ein metrischer Distanzindex $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ vorliegt, der an folgende Eigenschaften gebunden ist [vgl. Kruskal et al. 1983, Rohwer et al. 2001]:

- Die Dreiecksungleichung gilt als eingehalten, da die Menge der Transformationsoperationen Ω lediglich aus den Aktionen löschen, einfügen und ersetzen besteht.
- Ebenso wird der Identitätseigenschaft genügt, da das biologische Distanzmaß $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ null ist, genau dann wenn beide Sequenzen gleich sind (s = š).

Daraus folgt: Unter der Voraussetzung entsprechend angepasster Transformationsaufwandswerte C_ω gelten für das Verfahren der Optimal Matching Technik die Bedingungen für das Vorliegen eines metrischen Abstandsmaßes als erfüllt. Metrische Distanzen erfordert der clusteranalytische Fusionsalgorithmus im zweiten Teilschritt der strukturen-erkennenden Analysephase.

4.4.2 Vorgehensweise

Die Umsetzung des aufgezeigten Verfahrensansatzes erfordert generelle Überlegungen und Festlegungen, wie folgt aufgezeigt:

A Definition der Transformationsaufwandswerte
  Wie bereits angedeutet, gilt die externe Spezifizierung der Aufwandswerte C_ω als das Schlüsselproblem bei der Anwendung der Optimal Matching Technik. Für den

Untersuchungsgegenstand des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens bedarf es dabei einer inhaltlichen Auseinandersetzung mit der Fragestellung wie in Abhängigkeit

- *erstens* der Art der Transformationsoperationen ω_i und
- *zweitens* den zu transformierenden Zustandselementen **z** bzw. **ž**

bei allen potenziellen Übergängen zwischen Zuständen **z** bzw. leeren Zuständen ∅ Aufwandswerte C_ω festzulegen sind.

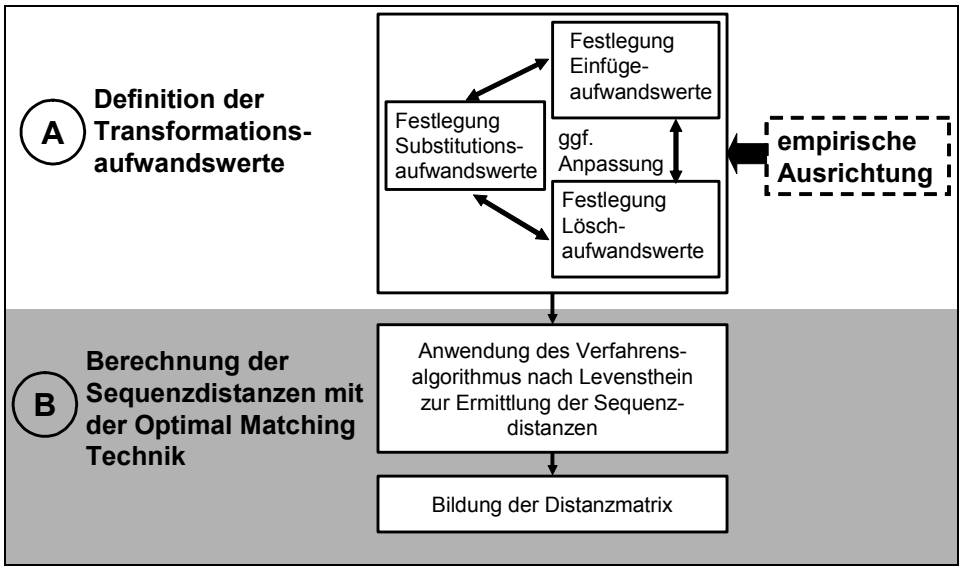


Abbildung 4-4: Ablaufschritte der Sequenzdistanzbestimmung mit Hilfe der Optimal Matching Technik

B Berechnung der Sequenzdistanzen mit der Optimal Matching Technik
Als nächster Schritt folgt die Anwendung einer Rechenvorschrift zur Minimierung der Distanz $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ zwischen zwei Sequenzen: die so genannte Levensthein-Distanz [vgl. u. a. Kruskal et al. 1983, Aisenbrey 2000]. Die paarweise berechneten Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ im Vergleich aller Sequenzen s mit $s \in S$ untereinander lassen sich in einer quadratischen, symmetrischen Distanzmatrix **D** zusammenfassen, deren Hauptdiagonale nur Nullen enthält. Die Proximitätsmatrix **D** ist Ausgangspunkt für den nächsten Analyseschritt - den clusteranalytischen Fusionsprozess.

4.4.3 Definition der Transformationsaufwandswerte

Zunächst verlangt das Verfahren der Optimal Matching Technik eine externe Vorab-Festlegung von Transformationsaufwandswerten C_ω. Das heißt: Jedem potenziellen operationsspezifischen Zustandswechsel wird ein Gewicht C_ω zugeordnet, das entweder eine Konstante oder das Ergebnis eines funktionalen Zusammenhangs sein kann.

- Wird jeder Operation im einfachsten Fall der Aufwandswert $C_\omega = 1$ zugewiesen, dann ergibt sich der Distanzindex $D_{bio}(s,š)$ zweier Sequenzen aus der minimalen Anzahl M erforderlicher Transformationsoperationen ω_m zur Herstellung der Gleichheit.
- Sind auch andere Gewichtsparameter $C_\omega \neq 1$ zugelassen, dann besteht die Möglichkeit - je nach Aktionstyp ω_i - Abstände $\Delta(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ bei Wechseln zwischen Zuständen **z** bzw. **ž** oder Distanzen $\Delta(Ø,\mathbf{ž})$ bzw. $\Delta(\mathbf{ž},Ø)$ zwischen leeren Zuständen Ø ($Ø \notin \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$) und Zuständen **z** über

entsprechende Maße zu berücksichtigen. Die ermittelten Distanzen $\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}},\omega)$[5] repräsentieren dann per Analogieschluss die Aufwandswerte C_ω. Zu den Einflussfaktoren auf den Betrag des Distanzindizes $\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}},\omega)$ zählen demzufolge die Charakteristika der beteiligten Zustandselemente **z** bzw. **ž** sowie die Art der Aktion ω mit $\omega \in \Omega$. Weitere mögliche Gesichtspunkte, die bei der Aufwandswertespezifizierung eine Rolle spielen könnten, sind: die Sequenzpositionen k der Zustandselemente **z** und horizontale Interdependenzen zwischen Zustandselementen **z** innerhalb der Sequenzen s. Die beiden letztgenannten Aspekte bleiben in der vorliegenden Arbeit außer Acht, da über deren Einbeziehung bislang auch in anderen Anwendungsbereichen keine Ansatzpunkte vorliegen.

Da die Zustände **z** bzw. **ž** infolge des Skalenniveaus der konstituierenden wege- bzw. aktivitätenbezogenen Merkmale y^x sowohl qualitativer als auch quantitativer Art sein können, existieren unterschiedliche Ansätze zur Bestimmung (vgl. Tabelle 4-1).

- Bei ausschließlich quantitativen Zuständen **z** bzw. **ž** mit metrisch skalierten Merkmalen y^x steht u. a. die euklidische Distanz als Abstandsmaß zur Auswahl [vgl. Backhaus et al. 2003].
- Liegen qualitative Zustände **z** bzw. **ž** vor, so sind jene per Abbildung - als Skala bezeichnet - zu quantifizieren. Hierfür eignen sich zum Beispiel folgende Skalen:
  - für Zustände: die Häufigkeit, die Wichtigkeit, die Ähnlichkeit usw.
  - für Zustandswechsel: die Häufigkeit des Zustandswechsels, der Zeitplanungsmodus des Zustandswechsels, die Wichtigkeit des Zustandswechsels usw.

Werden lediglich die einzelnen Zustände z, ž auf einer Skala quantifiziert, so ist anschließend zwischen den beiden Messwerten eine Differenzbildung vorzunehmen (vgl. Tabelle 4-1). Bei der Betrachtung von Zustandswechseln erübrigt sich dies.

Tabelle 4-1: Varianten zur Bestimmung des Zustandsabstandes bzw. des operationsspezifischen Zustandsabstandes

Betrachtungseinheit der Messung		Zustände **z**	Zustandsübergänge **z** $\leftrightarrow$ **ž** **z** $\leftrightarrow \varnothing$
relevante Einflussgrößen		- beteiligte Zustände **z**	- beteiligte Zustände **z** - Art der Aktion ω
Skalenniveau der Merkmale	quantitativ „reele Zahlen“ **z, ž** $\in$ IR	$\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}}) = \lvert\mathbf{z}-\mathbf{\check{z}}\rvert$	$\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}}) = \lvert\mathbf{z}-\mathbf{\check{z}}\rvert$ $\Delta(\mathbf{z},\varnothing) = \lvert\mathbf{z}-\varnothing\rvert$ $\Delta(\varnothing,\mathbf{\check{z}}) = \lvert\varnothing-\mathbf{\check{z}}\rvert$
	qualitativ „Skala“ f: **z, ž** $\rightarrow$ IR	**z** $\rightarrow$ f(**z**), **ž** $\rightarrow$ f(**ž**), $\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}}) = \lvert f(\mathbf{z}) - f(\mathbf{\check{z}})\rvert$	(**z**, **ž**) $\rightarrow$ f(**z**,**ž**), $\Delta(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}}) = \lvert f(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}})\rvert$ (**z**,$\varnothing$) $\rightarrow$ f(**z**,$\varnothing$), $\Delta(\mathbf{z},\varnothing) = \lvert f(\mathbf{z},\varnothing)\rvert$ ($\varnothing$,**ž**) $\rightarrow$ f($\varnothing$,**ž**), $\Delta(\varnothing,\mathbf{\check{z}}) = \lvert f(\varnothing,\mathbf{\check{z}})\rvert$

Um neben den Zuständen z, ž auch die Art der Transformationsaktion ω_i bei der Abstandsermittlung $\Delta(z,\check{z},\omega)$ zu berücksichtigen, werden die unterschiedlichen Zustandsübergänge Ersetzen (z,ž), Löschen (z,$\varnothing$) und Einfügen ($\varnothing$,ž) zur Betrachtungseinheit der Messung (vgl. Abbildung 4-5). Damit letztendlich die erforderlichen Distanzen $\Delta(z,\check{z})$ bzw. $\Delta(z,\check{z},\omega)$ vorliegen, sind immer die Absolutwerte zugrunde zu legen, wie aus Tabelle 4-1 hervorgeht.

[5] Die alternative „gleichwertige“ Schreibweise lautet: $\Delta(\mathbf{y}^x_i, \mathbf{y}^x_j)$, $\Delta(\varnothing, \mathbf{y}^x_j)$ bzw. $\Delta(\mathbf{y}^x_i,\varnothing)$

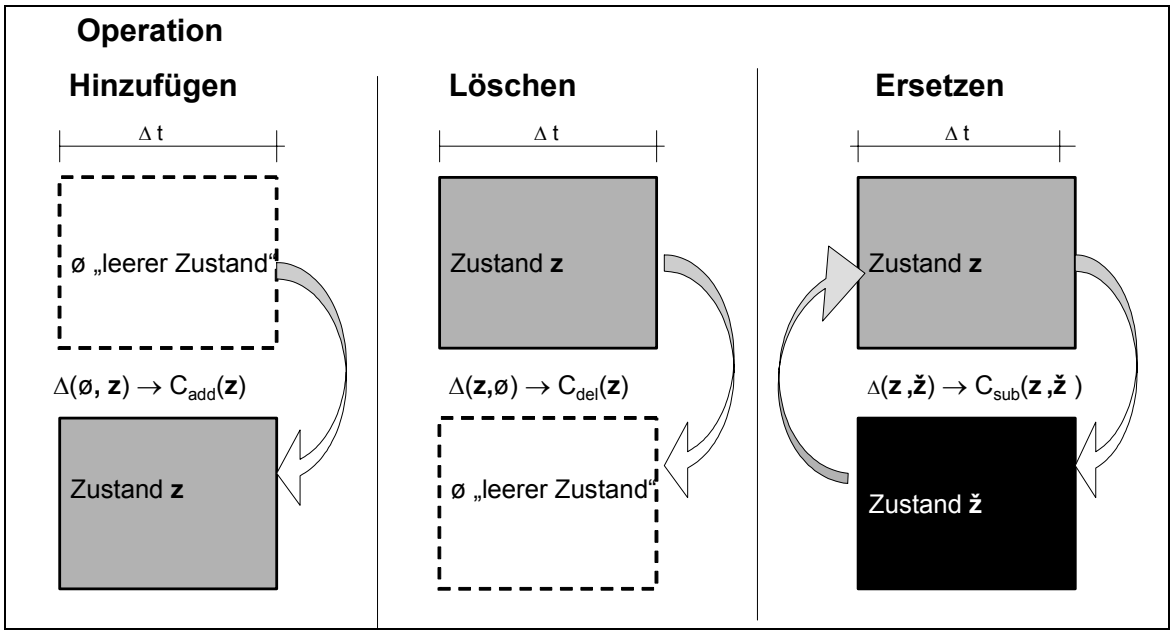


Abbildung 4-5: operationsspezifische Festlegung der Aufwandswerte [eigene Darstellung]

Welche Zusammenhänge bei der empirischen bzw. argumentativen Quantifizierung, möglicherweise Anpassung und Abstimmungen zwischen den verschiedenen operationstypspezifischen Arten bei der Festlegung der Aufwandswerte C_ω zu beachten sind, thematisiert der nachstehende Abschnitt.

a) Substitutionsaufwand
Die Aufgabe der Festlegung des Substitutionsaufwands $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ ist für gemeinsame Zustands-elemente $\mathbf{z}^g$ einfach: Falls die Zustandselemente **z** bzw. **ž** beider Sequenzen identisch sind, so beträgt der Aufwandsparameter $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 0$ (vgl. Gleichung 4-3) [u. a. Kruskal et al. 1983].

Gleichung 4-3: $C_{sub}(\mathbf{z}, \check{\mathbf{z}}) = 0$ falls $\mathbf{z} = \check{\mathbf{z}}$

Handelt es sich dagegen um unterschiedliche Zustandselemente **z** bzw. **ž** (vgl. Gleichung 4-4), so entstehen höhere Anforderungen an die Parameterfestlegung [u. a. Kruskal et al. 1983].

Gleichung 4-4: $C_{sub}(\mathbf{z}, \check{\mathbf{z}}) > 0$ falls $\mathbf{z} \neq \check{\mathbf{z}}$

- Einhaltung der Symmetriebedingung
  Die Richtung des Zustandswechsels, ob **z** durch **ž** oder umgekehrt ersetzt wird, darf keinen Einfluss auf die Höhe der Substitutionsaufwandswerte C_{sub} haben, sonst wird die einzuhaltende Symmetriebedingung verletzt.

- inhaltliche Ausrichtung von Substitutionsvorgängen
  Für die Festlegung des Substitutionsaufwandes C_{sub} bei Zustandsübergängen bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Bei der *ersten* Alternative orientieren sich die Aufwandswerte C_{sub} an inhaltlich ableitbaren Abständen beim Übergang zwischen den Zustandselementen **z** bzw. **ž**. Das nachstehende Kapitel 5 widmet sich dieser Aufgabenstellung ausführlich.

  Gleichung 4-5: $C_{sub}(\mathbf{z}, \mathbf{ž}) = f(\mathbf{z}, \mathbf{ž})$, mit $C_{sub}(\mathbf{z}, \mathbf{ž}) > 0$

- Als *zweite* Variante wird der Substitutionsaufwand C_{sub} als feststehender Wert frei definiert und damit auf eine inhaltliche Ausrichtung des Parameters am Untersuchungsgegenstand verzichtet, ohne Bezüge zu den Zuständen **z** bzw. **ž** herzustellen.

  Gleichung 4-6: $C_{sub}(\mathbf{z}, \mathbf{ž}) = konst.$, mit $C_{sub}(\mathbf{z}, \mathbf{ž}) > 0$

b) Einsetz- und Löschaufwand
In einem weiteren Arbeitsschritt besteht die Aufgabe, Gewichtungsfaktoren für die Operationen Löschen C_{del} und Einsetzen C_{add} zu definieren.

Gleichung 4-7: $C_{del}(\mathbf{z}) > 0$

Gleichung 4-8: $C_{add}(\mathbf{z}) > 0$

Zu berücksichtigen sind bei der Aufwandswertefestlegung folgende Aspekte:

- Einhaltung der Symmetriebedingung
  Zuerst ist unter Beachtung der Symmetriebedingung für Distanzmaße zu entscheiden, ob für das Löschen und Ersetzen eines Zustandselementes **z** einheitliche Aufwandswerte festgelegt werden oder nicht. Diese Voraussetzung wird nur dann erfüllt, wenn die gleichen Gewichtungsfaktoren für beide Aktionen - dann als Indelaufwandswerte C_{ind} bezeichnet - zugrundegelegt werden. Möglicherweise verschlechtert sich dabei die Realitätsnähe bei der Abbildung des Sequenzabstandes $D(s,š)_{s,š \in S}$, falls aus der Betrachtung des Untersuchungsgegenstandes heraus inhaltlich begründbare Unterschiede zwischen den Aktionen Löschen und Einfügen eines Zustandselementes **z** vorliegen.

  Gleichung 4-9: $C_{add}(\mathbf{z}) = C_{del}(\mathbf{z}) = C_{ind}(\mathbf{z})$

- inhaltliche Ausrichtung von Indelvorgängen
  Ein weiterer Aspekt, der zu erwägen ist, betrifft die Spezifizierung der Aufwandswerte für Indeloperationen C_{ind}. Auch hier stellt sich die Frage, ob eine Abhängigkeit zu den Zuständen **z** hergestellt wird oder nicht:
  - *Erstens* besteht die Option, für den Indelaufwand C_{ind} eine Hierarchie für alle möglichen Zustände **z** zu ermitteln bzw. festzulegen, wodurch die inhaltliche Bedeutung des Löschens bzw. Einfügens unterschiedlicher Zustände **z** abgebildet werden kann.

    Gleichung 4-10: $C_{ind}(\mathbf{z}) = f(z,Ø)$, mit $C_{ind}(\mathbf{z}) > 0$

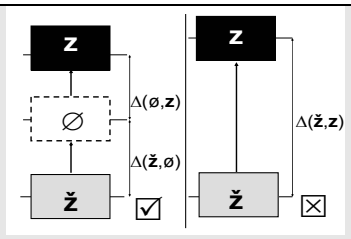
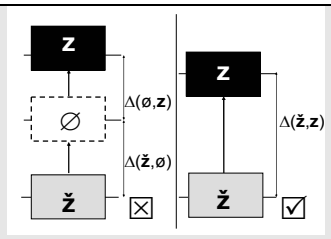
  - *Zweitens* kann alternativ der Indelaufwand C_{ind} zustandsunabhängig als Konstante definiert werden, ohne inhaltliche Bezüge zum Analysegegenstand herzustellen.

Gleichung 4-11: $C_{ind}(\mathbf{z}) = konst.$, mit $C_{ind}(\mathbf{z}) > 0$

c) Anpassung von Indel- und Subaufwandswerten

Beim Austausch solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$ entspricht die Kombination der Aktionen Löschen und Einfügen bzw. umgekehrt dem Substituieren, daher lässt sich folgern: Übertrifft der Subaufwandswert $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ die Summe der Aufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ der Aktionsfolge Löschen-Einfügen bzw. umgekehrt, dann gibt es statt der Ersetzenvorgänge eine Kombination von zwei Indelaktionen. Welche Auswirkungen die Festsetzung der entsprechenden Parameter auf die Abbildung der Sequenzunähnlichkeit hat, geht aus der folgenden Tabelle 4-2 hervor.

Tabelle 4-2: Effekte des Größenverhältnisses zwischen Sub- und Indelaufwandswerten

Ausrichtung der Aufwandswerte		
Auswirkungen Aktion	☑ Erleichterung der Kombination Löschen-Einfügen ☒ Erschwerung Ersetzen	☒ Erschwerung der Kombination Löschen-Einfügen ☑ Erleichterung Ersetzen
Auswirkungen auf den Transformationsprozess	☑ förderlich für Verschiebung gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ ☑ förderlich für die Kombination Löschen-Einfügen statt Ersetzen solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$	☒ hemmend für Verschiebung gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ ☑ förderlich für Ersetzen statt die Kombination Löschen-Einfügen solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$
Auswirkungen auf die Abbildung des Sequenzabstandes	☑ Abbildung der Zustandselementkomposition (gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^g$) ☒ Abbildung der Abfolgeähnlichkeit gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ ☒ Abbildung der Zustandsabstände $\Delta(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$	☒ Abbildung der Zustandselementkomposition (gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^g$) ☑ Abbildung der Abfolgeähnlichkeit gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ ☑ Abbildung der Zustandsabstände $\Delta(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$

4.4.4 Berechnung der Sequenzdistanzen mit der Optimal Matching Technik

- Verfahrensalgorithmus

Um die Ausgangssequenz $s(\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, \mathbf{z}_k.....\mathbf{z}_K)$ in die Zielsequenz $s[\omega] = \check{s}$ durch eine Abfolge von Operationsschritten ω umzuwandeln, existieren grundsätzlich viele Möglichkeiten der Anordnung der Grundoperationen. Mit dem Algorithmus von *Levensthein* steht eine Prozedur zur Verfügung, die das bereits beschriebene Optimierungsproblem löst. Abbildung 4-6 stellt den Berechnungsalgorithmus dar (vgl. Beispiel im Anhang C).

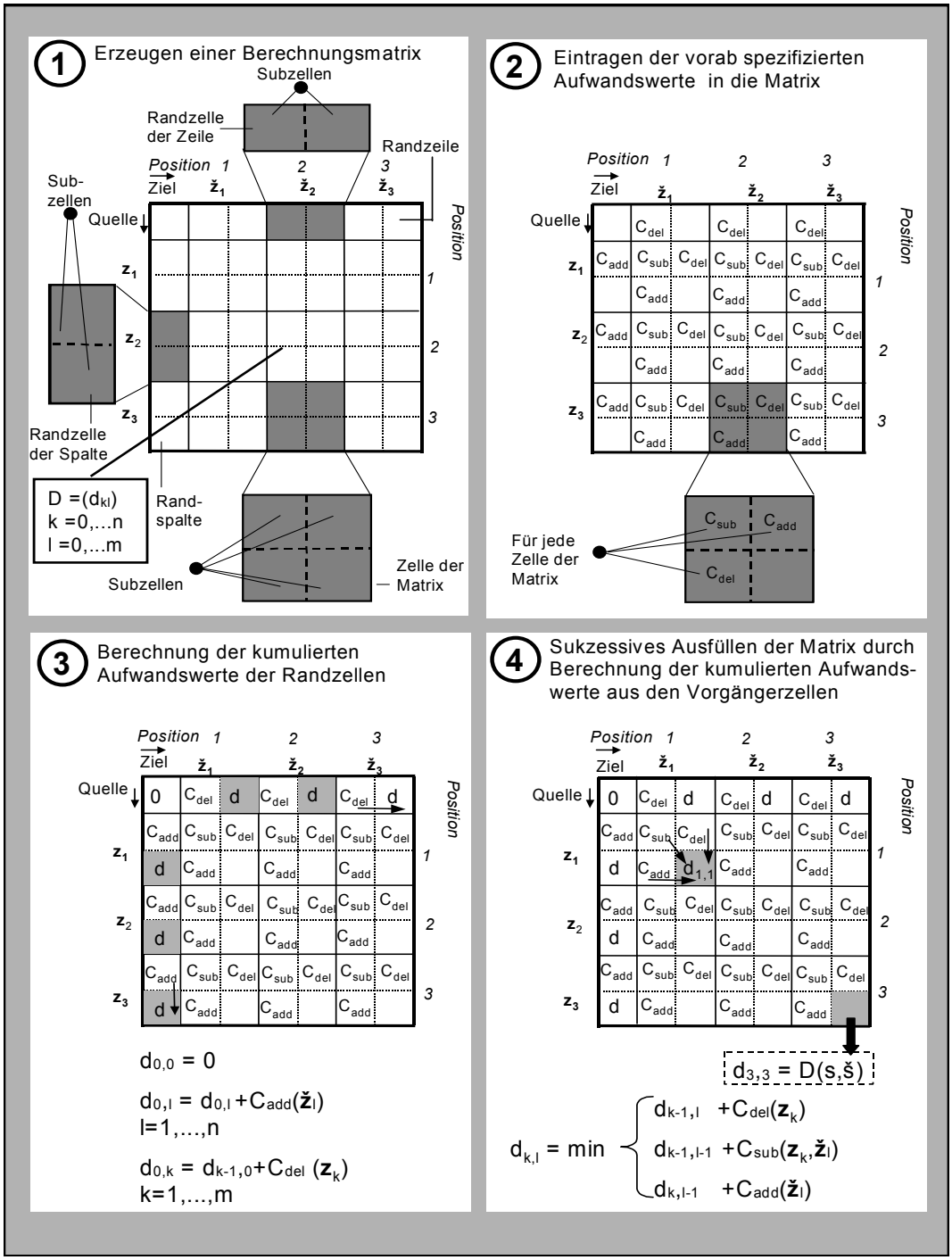


Abbildung 4-6: iterative Matrixprozedur zur Ermittlung der Levensthein Distanz

- Standardisierung

Die bisherigen Ausführungen zur Sequenzvergleichsanalyse beziehen sich darauf, dass die Anzahl der Zustandselemente **z** der gegenübergestellten Sequenzen s und š identisch ist. Wenn jedoch Wege-Aktivitätenmuster s mit ungleicher Anzahl von Zustandselementen **z** verglichen werden sollen, ergibt sich die Erfordernis einer Standardisierung des Sequenzdistanzmaßes $D(s,š)_{s,š \in S}$. Ansonsten kommt es zu einer Verzerrung des Abstandsindizes $D(s,š)_{s,š \in S}$, da bei einer Anzahldifferenz von Zustandselementen ein hoher Gesamtaufwandswert infolge vieler Indeloperationen aufläuft [Aisenbrey 2000]. Zur Lösung des Problems dient folgender Ansatz:

- Bei differierenden Betrachtungszeiträumen der Intervallreihen vergleicht man nur Bereiche, die durch beide Sequenzen s bzw. š abgedeckt sind, so dass die Aussagen nur für den Überdeckungsbereich gelten.
- Alternativen in der Vorgehensweise bestehen bei Ereignisdauerreihen: Das berechnete Distanzmaß $D(s,š)_{s,š \in S}$ wird durch die Anzahl der Zustandselemente **z** der längeren Sequenz dividiert [vgl. Aisenbrey 2000] oder durch die Summe der Zustandelementanzahl beider Sequenzen geteilt [vgl. Joh et al. 2001, Joh et al. 2002]. Ungeklärt ist bislang, welche Auswirkungen die Standardisierung auf die Sequenzabstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ hat.

Exkurs I: Abbildungsprinzipien von Sequenzabständen

Der folgende Teil befasst sich mit der Abbildungseigenschaften zweier unterschiedlicher Strategien zur Bildung von Distanzmaßen $D(s,š)_{s,š \in S}$ beim Sequenzvergleich: den Prinzipien der geometrischen und der biologischen Distanz. Da letzteres bereits ausführlich beschrieben ist, erfolgt im Folgenden nunmehr lediglich eine Erläuterung des geometrischen Abbildungsprinzips.

- Grundprinzip geometrischer Distanz

Bei der Ermittlung der geometrischen Distanz zweier Sequenzen s und š wird grundsätzlich nur geprüft, ob Zustandselemente $\mathbf{z}_k$ bzw. $\check{\mathbf{z}}_k$ an gleicher Position k in beiden Sequenzen identisch sind oder nicht („direkter Paarvergleich"). Aus der Summe der einzelnen Abstände der Zustandselemente $d(\mathbf{z}_k,\check{\mathbf{z}}_k)$ ergibt sich die geometrische Distanz $D_{geo}(s,š)_{s,š \in S}$ (vgl. Gleichung 4-12) [u. a. Backhaus et al. 2003].

Gleichung 4-12: $$D_{geo}(s,\breve{s}) = \sum_{k=1}^{K} d(z_k,\breve{z}_k)$$

$D_{geo}(s,š)$ geometrische Distanz der Sequenzen s und š
$d(\mathbf{z}_k,\check{\mathbf{z}}_k)$ Distanz der Zustandselemente $\mathbf{z}_k$ und $\check{\mathbf{z}}_k$

Im Hinblick auf die Bestimmung der Distanz $d(\mathbf{z}_k,\check{\mathbf{z}}_k)$ der Zustandselemente $\mathbf{z}_k$ und $\check{\mathbf{z}}_k$ lassen sich folgende Fälle unterscheiden:

- Weisen die Zustandselemente **z** und **ž** an gleicher Stelle k metrisch skalierte Merkmale y^x auf, dann stehen nachstehende Abstandsmaße zur Auswahl: die City-Block-Distanz (L1-Norm, r = 1), die euklidische Distanz (L2-Norm, r=2) usw. Diese Distanzmaße basieren auf einer "geometrischen Anschauung" und lassen sich auf eine gemeinsame Grundformel zurückführen (vgl. Gleichung 4-13) [u. a. Backhaus et al. 2003].

Gleichung 4-13: $$d(z_k,\breve{z}_k) = \left(\sum_{i=1}^{I} \left| y^x{}_i - \breve{y}^{\breve{x}}{}_i \right|^r \right)^{\frac{1}{r}}$$

y^x_i numerische Werte der Merkmale y^x bei Zustandselement $\mathbf{z}_k$
r >= 1 Minkowski-Konstante

- Sind die Zustandselemente $\mathbf{z}_k$ bzw. $\check{\mathbf{z}}_k$ gleicher Position k qualitativer Art, kommt als Vergleichsindex die Hamming-Distanz infrage (vgl. Gleichung 4-14):

Gleichung 4-14: $$d(\mathbf{z}_k,\breve{\mathbf{z}}_k) = \begin{cases} 0 \; wenn \;\; \mathbf{z}_k = \breve{\mathbf{z}}_k \\ 1 \; wenn \;\; \mathbf{z}_k \neq \breve{\mathbf{z}}_k \end{cases}$$

Das Vorgehen zur Ermittlung der Hamming-Distanz lässt sich folgendermaßen beschreiben: Es wird geprüft, ob die Zustandselemente $\mathbf{z}_k$ bzw. $\check{\mathbf{z}}_k$ an gleicher Position k identisch sind. Trifft dies zu („match"), dann wird der Wert $d(\mathbf{z}_k,\check{\mathbf{z}}_k) = 0$ zugeordnet. Ist dies nicht der Fall („mismatch"), ergibt sich entsprechend ein Wert von $d(\mathbf{z}_k, \check{\mathbf{z}}_k) = 1$ [u. a. Backhaus et al. 2003].

- Vergleich geometrische Distanz vs. biologische Distanz

Zum Vergleich der Abbildungsgüte geometrischer und biologischer Distanz in Bezug auf die Ermittlung des Sequenzabstandes eignen sich die in Tabelle 4-3 genannten Kriterien. Weiterhin dienen die Beispiele in Anhang C zur Veranschaulichung der Abbildungseigenschaften der unterschiedlichen Distanzmaße.

Daraus folgt: Handelt es sich um zwei Sequenzen s und š, die nur in ihrer Position verschoben sind, aber viele gemeinsame Elemente $\mathbf{z}^g$ mit möglicherweise gleicher Abfolge haben, dann ermöglichen Sequenzvergleichsverfahren, die auf dem Prinzip biologischer Distanzen beruhen, eine wirklichkeitsgetreuere Abbildung der (Un-)ähnlichkeit im Vergleich zu geometrischen Distanzmaßen.

Tabelle 4-3: Vergleich der Abbildungsprinzipien geometrischer und biologischer Distanzen

Abbildungsprinzip **Kriterium**	**geometrische Distanz**		**biologische Distanz**	
Position (Lage): Erkennung gemeinsamer Elemente z^g an gleicher Position k beider Sequenzen s bzw. š	☑	$\mathbf{z}^g$ an gleicher Stelle k führen <u>nicht</u> zu einer Abstandszunahme $D_{geo}(s,š)$ (→ Anhang C)	☑	$\mathbf{z}^g$ an gleicher Stelle k führen <u>nicht</u> zu einer Abstands-zunahme $D_{geo}(s,š)$ (→ Anhang C)
Zustandselement-komposition: Zusammensetzung der Sequenzen s bzw. š mit solitären z^s und gemeinsamen Zustandselementen z^g	⊡	$\mathbf{z}^g$ an unterschiedlicher Stelle führen zu einem Distanz-zuwachs $D_{geo}(s,š)$ $\mathbf{z}^s$ an unterschiedlicher oder gleicher Stelle führen zu einem Distanzzuwachs $D_{geo}(s,š)$	☑	$\mathbf{z}^g$ an unterschiedlicher Stelle führen nicht zu einem Distanzzuwachs $D_{geo}(s,š)$ (→ Anhang CI). $\mathbf{z}^s$ an unterschiedlicher oder gleicher Stelle führen zu einem Distanzzuwachs $D_{geo}(s,š)$
strukturelles Skelett: gleiche Abfolge von gemeinsamen Zustands-elementen $\mathbf{z}^g$ beider Sequenzen	☒	gleiche Aufeinanderfolge $\mathbf{z}^g$ bleibt unberücksichtigt (→ Anhang C).	☑	gleiche Aufeinanderfolge $\mathbf{z}^g$ werden implizit berücksichtigt (→ Anhang C)
Positionsdifferenz[6]: Repositionierungsabstand bei der Veränderung der Anordnung gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$	☒	Positionsdifferenz $\mathbf{z}^g$ wird völlig vernachlässigt, da gemeinsame $\mathbf{z}^g$ an unterschiedlicher Position nicht erkannt werden	☑	Berücksichtigung der Positionsdifferenz $\mathbf{z}^g$ ist prinzipiell möglich [vgl. Joh et al. 2001].
Legende: ☑ berücksichtigt bzw. einkalkulierbar		⊡ teilweise berücksichtigt		☒ nicht berücksichtigt

[6] Die Positionsdifferenz beschreibt den Abstand in der Stellung eines gemeinsamen Zustandselementes $\mathbf{z}^g$ zwischen Ziel-s und Quellsequenz š bei einem Repositionierungsvorgang [Joh et al. 2001].

4.5 Stand der Forschung: Anwendung der Optimal Matching Technik zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern

Bevor in den nachfolgenden Abschnitten ausschließlich Ansätze aus der Verkehrsforschung behandelt werden, die auf einem biologischen Abbildungsprinzip basieren, zeigt Tabelle 4-4 im Überblick wesentliche musterorientierte Untersuchungen in einer Unterscheidung, ob ein biologisches oder geometrisches Distanzmaß der Sequenzabstandsmessung zugrunde liegt.

Tabelle 4-4: Abbildungsprinzip des Sequenzvergleichsmaßes bei musterorientierten Analysen

Autor, (Jahr)	Pas (1980) Pas (1984)	Recker et al. (1980) Recker et al. (1985)	Schmiedel (1984)	Jones et al. (1988)	Wilson (1998)	Joh et al. (2001) Joh et al. (2002)	Rindsfüser et al. (2000) Zimmermann et al. (2001)	Heller-Kemp et al. (2000)	Slchlich 2003
geometrisches Distanzmaß	■	■	■	■					
biologisches Distanzmaß					■	■	■	■	■

Quelle: Pas 1980, Pas 1984, Recker et al 1980, Recker et al. 1985, Schmiedel 1984, Jones et al. 1988, Wilson 1998, Joh et al. 2001 und 2002, Rindsfüser et al. 2000, Zimmermann et al. 2001, Heller-Kemp et al. 2000, Schlich 2003

Die Entwicklung der methodischen Grundlagen und erste Anwendungen der Optimal Matching Technik reichen bis in die 60 er Jahre zurück. Klassische Einsatzfelder der Sequenzvergleichsanalyse finden sich in der Genforschung, der Spracherkennung usw. Forschungsarbeiten aus der Soziologie, welche die Optimal Matching Technik insbesondere für die Analyse von Lebensverläufen, Karriereverläufe usw. aufgreifen (u. a. *Abbott et al.* [1986], *Abbott et al.* [1990], *Halpin et al.* [1995], *Erzberger et al.* [1997], *Schaeper* [1999], *Aisenbrey* [2000], *Bargeman et al.* [2002]). In der soziologischen Forschung finden sich bereits seit Mitte der 80er Jahre Anwendungen der Optimal Matching Technik, wobei *Abbott et al.* [2000] eine Zahl von ungefähr 23 relevanten Fachbeiträgen nennen. Dabei stehen die Voraussetzungen hierfür - besonders die a-priori Festlegung der Transformationsaufwandswerte C_ω durch deren inhaltliche Anpassung bzw. Ausrichtung am Untersuchungsgegenstand - im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Auseinandersetzung [vgl. Abott et al. 2000]. Nach Meinung einiger Autoren bestehen folgende ungelöste Probleme:

- Die subjektive Spezifizierung der Transformationsaufwandeswerte C_ω ohne theoretisches Fundament (weder argumentativ noch empirisch) führt zu einer mangelnden Nachvollziehbarkeit, Objektivität usw. der Ergebnisse der Optimal Matching Technik und eröffnet Manipulationsspielräume [vgl. Wu 2000, Levine 2000].

- Die notwendige Einhaltung der Symmetriebedingung durch Festlegung der Transformationsaufwandswerte C_ω bei Substitutions- und Indelvorgängen unabhängig von der Richtung des Zustandswechsels ist möglicherweise inhaltlich nicht begründbar [vgl. Wu 2000].

Das heißt: Trotz einer Vielzahl von Untersuchungen bzw. Arbeiten besteht auch auf dem Gebiet der Soziologie nach wie vor Forschungs- bzw. Klärungsbedarf, wie insbesondere die Transformationsaufwandswerte C_ω festzulegen sind.

Der engere Wissenschaftsbereich der Verkehrsforschung bzw. die thematisch angrenzende Zeitbudgetforschung nimmt die Optimal Matching Technik mit Zeitverzug aber großer Resonanz - vor allem in Deutschland (vgl. *Rindsfüser et al.* [2000], *Zimmermann et al*. [2001], *Heller-Kemp et al.* [2000]) - zur Kenntnis. Das heißt: Seit jüngster Zeit werden die Anwendungspotenziale der Optimal Matching Technik zur musterorientierten Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens erkannt (vgl. Tabelle 4-4), die im weiteren Verlauf des Abschnittes systematisch analysiert werden. Vor dem Hintergrund der beschrieben Erkenntnisdefizite kann die sozialwissenschaftliche Forschung wenig Input im Hinblick auf die Spezifizierung der Transformationsaufwandswerte C_ω beisteuern, so dass in der Verkehrsforschung eigene Ansätze zu entwickeln sind.

4.5.1 Beschreibung der Ansätze zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern mit Hilfe der Optimal Matching Technik

Im folgenden Überblick (vgl. Tabelle 4-5) soll das Spektrum bekannter Ansätze im engeren Forschungssektor (vgl. *Wilson* [1998], *Joh et al.* [2001] und [2002], *Rindsfüser et al.* [2000], *Zimmermann et al.* [2001], *Heller-Kemp et al.* [2000] sowie *Schlich* [2003]) im Anwendungsbezug der Analyse von Wege-Aktivitätenmustern s dargelegt werden, um den eigenen Untersuchungsansatz einzuordnen, dessen Grundstruktur bereits in *Berger* [2000 a] sowie *Berger* [2000 b] publiziert wurde.

Auf die Idee ein Verfahren der Sequenzvergleichsanalyse basierend auf dem biologischen Distanzprinzip zum Vergleich von Wege-Aktivitätenmustern s anzuwenden, ist als erster *Wilson* [1998] in der soziologischen Zeitbudgetforschung eingegangen. *Wilson* [1998] stellt dabei vor allem methodische Aspekte der Optimal Matching Technik in den Vordergrund seiner Darlegungen und nimmt einen inhaltlichen Bezug lediglich über Anwendungsbeispiele auf.

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten von *Joh et al*. [2001] und *Joh et al.* [2002] stehen jeweils methodische Weiterentwicklungen der Optimal Matching Technik

- *Einerseits* erweitern *Joh et al*. [2002] deren eindimensionalen Grundansatz zu einer mehrdimensionalen Rechenvorschrift, um möglicherweise vorhandene Interdependenzen zwischen den Merkmalen y^X des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - beispielsweise die Abhängigkeit von Entscheidungen der Ziel- und Verkehrsmittelwahl - möglichst realitätsnah abzubilden (vgl. Abschnitt 2.2.2).

- *Andererseits* nehmen *Joh et al.* [2001] in einem weiteren Ansatz eine Modifikation des ursprünglichen Berechnungsalgorithmus vor, um Positionsdifferenzen zwischen gemeinsamen Zustandselementen $\mathbf{z}^g$ zweier Wege-Aktivitätenmuster s abzubilden, sofern eine Repositionierung dieser Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ stattfindet.

Anwendungszweck der Optimal Matching Technik ist die Berechnung von Distanzen $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen simulierten und erfassten Wege-Aktivitätenmustern s als Gütemaß zur Validierung der Ergebnisse des Verkehrsnachfragemodells ALBATROSS [vgl. Arentze et al. 2000].

Rindsfüser et al. [2000] und *Zimmermann et al.* [2001] („mobidrive" Studie) knüpfen direkt an die methodischen Grundlagen der Sequenzvergleichsanalyse von *Wilson* [1998] an, wohingegen sie stärker anwendungsorientiert vorgehen. Im Mittelpunkt beider Publikationen steht die Analyse der intrapersonellen Variation der Wege-Aktivitätenmuster im Zeitverlauf im Vergleich einzelner Tage, wobei auf Wochenbasis jeder Tag mit jedem anderen verglichen wird. Außerdem befasst sich die Veröffentlichung von *Rindsfüser et al.* [2000] mit dem intrapersonellen Prozess des Zeitplanungsverhaltens von der Entscheidung bis zur Realisierung von Aktivitäten A. Das heißt: Es findet ein Vergleich von geplanten und realisierten Wege-Aktivitätenmustern s statt.

Heller-Kemp et al. [2000] analysieren aus intrapersoneller Sichtweise Tagesabläufe dargestellt als Aktivitätsketten und Zeitreihen (Abfolge von Beginn und Dauer von Ortsveränderungen W) unter Anwendung der Sequenzvergleichsanalyse mit biologischem Distanzmaß $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$. Ziel ist die Erkennung desjenigen Tages innerhalb einer Woche mit den geringsten Sequenzabständen zu den anderen Tagen.

Schlich [2003] nutzt die Optimal Matching Technik mit dem Ziel der Bildung einer Typologie des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens auf interpersoneller Basis. Zufällig innerhalb eines 6-Wochen-Zeitraumes ausgewählte Wege-Aktivitätenmuster s auf Tagesbasis je Person sind dabei Gegenstand der Distanzberechnung mit Hilfe der von *Joh et al.* [2001] entwickelten Software.

Tabelle 4-5: Forschungsbeiträge zur Anwendung von Sequenzvergleichsverfahren mit biologischem Abbildungsprinzip von (Un-)ähnlichkeiten in der Verkehrsforschung

Autor (Jahr)	Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens								Einsatzzweck der Sequenzvergleichs-verfahren auf Wege-Aktivitätenmuster s	Stich-probe [Pers.]	Makrozeit-abschnitt	Gewichtungsfaktoren			Art des Maßes	Soft-ware
	Sequenzform und Anzahl K der Zustandselemente **z**			Merkmale y^x und Anzahl (..) der Merkmalswerte y^x_i								Subauf-wands-werte	Indelauf-wands-werte	sonstige Gewichtungs-faktoren		
	Intervallreihe	Ereignisreihe	Ereignis-dauerreihe	Aktivitätstyp [a^{Zeit}]	Aktivitätsort [a^{Ort}]	Verkehrs-mittel [w^{Vm}]	Entfernung	Startzeit								
Wilson (1998)	■ k_{const}= 288 Δt=5min			■ (19)					1. Tag zu Tag Variabilität von s im Zeitverlauf (intrapersonell) 2. Abweichungen von s verschiedener Personen an Einzeltagen	1 7	5 Werktage	0 (mismatch) 1 (match)	0 (gap)		Ähnlich-keitsmaß	ClustalV
Joh et al. (2002)		■ k_{min}=1 k_{max}=17 $k_{\varnothing}$ = 6,8		■ (25)	■ (32)	■ (4)			- Unterschiede simulierter und gemessener s (intrapersonell)	71	48 Stunden	2	1	Gewichte der einzelnen Merkmale y^x in Bezug auf **z**	Distanz-maß	eigene Software Dana
Joh et al. (2001)		■ k_{min}= 8 k_{max}= 29 $k_{\varnothing}$=15,9		■ (18)					- Unterschiede simulierter und gemessener s (intrapersonell)	77	48 Stunden	2	1	Gewicht der „Reodering wight“ (Positionsabstand)	Distanz-maß	eigene Software Dana
Rindsfüser et al. (2000)	■ k_{const}= 288 Δt=5 min			■ (20 -65)		■ (?)			1. Tag zu Tag Variabilität von s im Zeitverlauf (intrapersonell) 2. Unterschiede geplanter und realisierter s	76 (CAN) 39 (BRD)	1. Tag zu Tag auf Wochenbasis über eine Woche 2. gleiche Tage über eine Woche	0 (mismatch) 1 (match)	0 (gap)		Ähnlich-keitsmaß	ClustalG
Zimmer-mann et al. (2001)	■ k_{const}= 288 Δt=5min			■ (10)					- Tag zu Tag Variabilität von s im Zeitverlauf (intrapersonell)	317	Tag zu Tag auf Wochenbasis über 6 Wochen	0 (mismatch) 1 (match)	0 (gap)		Ähnlich-keitsmaß	ClustalG
Heller-Kemp et al. (2000)		■	■	■ (9)					- Tag zu Tag Variabilität von s (intrapersonell) zur Ermittlung eines Grundverhaltensmusters	5596	7 Tage bis 21 Tage Tagesbasis	a) 0,75-2	a) 1 - 2	Gewichtung für Zeitkette und Aktivitätskette zu gleichen Teilen	Distanz-maß	eigene Software
Schlich (2003)		■		■ (4)		■ (3)	■	■ (2)	- Abweichungen von s verschiedener Personen an Einzeltagen	361	1 Tag aus 42 Tagen	2	1	Gewichte der einzelnen Merkmale y^x in Bezug auf **z**	Distanz-maß	Dana

Quelle: Wilson (1998), Joh et al. (2001), Joh et al. (2002), Rindsfüser et al. (2000), Zimmermann et al. (2001), Heller-Kemp et al. (2000), Schlich (2003)

4.5.2 Diskussion und Bewertung der Ansätze zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern mit Hilfe der Optimal Matching Technik

Alle in Tabelle 4-5 aufgeführten Forschungsarbeiten rücken vor allem methodische Aspekte in den Vordergrund, verfolgen jedoch auch hier recht unterschiedliche Ansätze. Der abschließende Abschnitt nimmt in einer Gegenüberstellung der relevanten Beiträge zur Optimal Matching eine Bewertung anhand der bereits für die musterorientierten Multimethodenansätze formulierten Kriterien und Zielstellungen vor (vgl. Abschnitt 3.3.3.1). Die Überlagerung der Schlussfolgerungen der Literatursynthese zu den Multimethodenansätzen (vgl. Abschnitt 3.3.3.2) mit der Quintessenz der gerade vorgestellten Publikationen mit dem Schwerpunkt der Anwendung der Optimal Matching Technik auf Wege-Aktivitätenmuster s (Ebene Sequenzvergleichsanalyse) (vgl. Abschnitt 4.5.1), dient folgendem Zweck: einen Bezug zum vorliegenden Untersuchungsansatz herzustellen, Erkenntnisdefizite zu erkennen und die bereits formulierten Forschungsfragen weiter zu konkretisieren (vgl. Tabelle 4-6).

a) Abbildungsbreite und -tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens

a 1.) Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens

Mit den Ausnahmen der Forschungsarbeiten von *Joh et al.* [2002] und Schlich [2003] bleibt bei den anderen Untersuchungen die Analyse auf die sachliche Facette des Raum-Zeit-Verhaltens - meist nur der Aktivitätstyp a^{Typ} [Wilson 1998, Heller-Kemp et al. 2000, Joh et al. 2001, Rindsfüser et al. 2000] manchmal erweitert um die Fortbewegungsart w^{Vm} [Zimmermann et al. 2001] - beschränkt, ohne räumliche Verhaltensaspekte wie z. B. den Aktivitätsort a^{Ort} aufzugreifen. Ebenso vernachlässigen alle genannten Publikationen die soziale Facette. Tendenziell decken sich die zugrundegelegten Merkmalsräume M mit denjenigen einschlägiger musterorientierter Multimethodenansätze.

a 2.) Länge und Lage des Makrozeitabschnittes

Die empirischen Daten gehen bei sämtlichen der hier vorgestellten Beiträge über einen Stichtag hinaus und ermöglichen somit mehr (*Wilson* [1998], *Rindsfüser et al*. [2000], *Zimmermann et al.* [2001], *Heller-Kemp et al.* [2000] und *Schlich* [2003]) oder weniger (*Joh et al.* [2001] und *Joh et al.* [2002]) neben der Analyse interpersonellen Variation vor allem die Untersuchung der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-) verhaltens. Außer den Werktagen schließen die meisten Arbeiten mit den Ausnahmen von *Joh et al.* [2001] und *Joh et al.* [2002] auch die Wochenendtage in die Untersuchung ein. In der Erweiterung des Untersuchungszeitraumes besteht ein deutlicher Gegensatz zu den musterorientierten Multimethodenansätzen, deren Analysen lediglich auf Stichtagsdaten an Werktagen fußen.

a 3.) Detaillierung der Sequenzform

Für die musterorientierte Darstellung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens ergeben sich aus den herangezogenen Forschungsarbeiten drei Varianten: die Intervallreihe, die Ereignisreihe und die Ereignisdauerreihe. Außer *Heller-Kemp et al.* [2000], *Joh et al.*

[2001], *Joh et al.* [2002] und *Schlich* [2003] greifen alle anderen Arbeiten die erstgenannte Sequenzform auf. Intervallreihen weisen dabei zwei Vorteile auf:

- Sie beziehen *einerseits* eine wichtige Beschreibungsgröße der zeitlichen Facette die Aktivitätsdauer implizit ein.
- *Andererseits* wird eine Standardisierung der Sequenzabstände zum Ausgleich der Anzahldifferenz von Zustandselementen **z** vermieden.

Gegenüber den musterorientierten Multimethodenansätzen ist in Bezug auf die Sequenzform ein leichter Zugewinn an Abbildungsqualität feststellbar.

a 4.) Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens

Bei allen betrachteten Untersuchungsansätzen umfassen die Merkmalswerteräume $Z(y^X)$ bei den herangezogenen Beschreibungsgrößen y^X des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens viele Ausprägungen. Im Rückgriff auf eigene Spezialerhebungen [vgl. Rindsfüser et al. 2000, Joh et al. 2001, Joh et al. 2002, Schlich 2003] bzw. Zeitbudgeterhebungen [vgl. Wilson 1998] ist der Grund für diese hohe Detailliertheit - insbesondere des Merkmals Tätigkeitsart a^{Typ} - zu sehen. Demgegenüber überwiegt bei den musterorientierten Multimethodenansätzen eine relativ grobe Kategorisierung der Merkmale y^X, was wiederum mit den verwendeten Datengrundlagen - hier die klassischen Verkehrserhebungen - zusammenhängt.

b) Analyseebene des musterorientierten Multimethodenansatzes

Die erläuterten Arbeiten zur Sequenzvergleichsanalyse des vorherigen Abschnittes konzentrieren sich auf die methodischen Spezifika der Bestimmung biologischer Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s im Sinne empirischer Teststudien. Weitergehende induktive Analyseschritte mit der Absicht Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten zu erklären, sind bislang eher rudimentär vorhanden. Außer den Forschungsbeiträgen von *Rindsfüser et al.* [2000] *Zimmermann et al.* [2001] und *Schlich* [2003], die ansatzweise versuchen, diese Beziehungen mit der Hilfe der Kreuztabellenanalyse auf bivariater Basis abzuleiten, bleiben die Zusammenhangsstrukturen zwischen dem Raum-Zeit-Verhalten und Erklärungsgrößen k bei den anderen Forschungsbeiträgen unbeachtet. Wie bereits in *Berger* [2000a] und *Berger* [2000b] vorgeschlagen bzw. realisiert, mündet in einen vollständigen musterorientierten Untersuchungsansatz erst die Ergänzung des strukturen-erkennenden Untersuchungsschrittes - bestehend aus Sequenzvergleichsverfahren und Fusionsalgorithmus der Clusteranalyse - um eine strukturen-prüfende Analysephase.

c) Analyseebene des Sequenzvergleichsverfahrens

Die herangezogenen Publikationen (vgl. Tabelle 4-5) zeigen zunächst die vielfältigen Einsatzfelder für Verfahren der Sequenzvergleichsanalyse auf Basis biologischer Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ in der Verkehrsforschung.

c 1.) Umfang der Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes

Da sämtliche der aufgeführten Untersuchungen dem Grundprinzip biologischer Distanzen bei der Abbildung von Sequenz(un-)ähnlichkeiten folgen, lässt dies den Schluss zu: Sowohl die Abfolge gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ beider Sequenzen („strukturelles Skelett“) als auch die Zusammensetzung der Wege-Aktivitätenmuster s aus gemeinsamen $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ und solitären $\mathbf{z}^{\mathbf{s}}$ Zustandselementen („Zustandselementkomposition“) fließen in den Sequenzabstandsindex $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ ein. Dass grundsätzlich sogar eine Berücksichtigung der Positionsdifferenzen gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ bei der Distanzermittlung zwischen Sequenzen möglich ist, zeigt der Ansatz von *Joh et al.* [2001]. Im Kontrast zu den Verfahren der Sequenzvergleichsanalyse auf der Basis geometrischer Distanzen $D_{geo}(s,š)_{s,š\in S}$, die bislang bei musterorientierten Multimethodensansätzen eingesetzt werden, ergeben sich deutlich erweiterte Analysepotenziale.

c 2.) Inhaltliche Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens: Berücksichtigung der Abstände tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen

Keine der vorgestellten Studien versucht über Annahmen hinausgehend den operationsspezifischen Abstand $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}},\omega)$ zu quantifizieren, der bei Zustandsübergängen $\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}} \leftrightarrow \mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}}$ bzw. $\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}} \leftrightarrow \varnothing$ verschiedener aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen Y vorhanden ist. Grundlegendes Ziel ist, jene Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}},\omega)$ bei Ermittlung des Sequenzabstandes $D_{bio}(s,š)$ zu berücksichtigen. Zwar wird die große Relevanz und die darin liegende Chance einer inhaltlichen Orientierung der Distanzen $D(s,š)_{s,š\in S}$ an der Realität durchweg betont [u. a. Wilson 1998], aber Ansätze sind erst vage oder gar nicht erkennbar, wie der nachstehend dokumentierte Stand der Wissenschaft belegt:

- Ohne inhaltliche Gesichtspunkte zu berücksichtigen, setzt *Wilson* [1998] als Aufwandswerte C_ω die Standardwerte 1 für „match“, 0 für „mismatch“ und 0 für das Einfügen einer Lücke an.
- Gleiches Vorgehen der Spezifizierung pauschaler Aufwandswerte C_ω trifft auf die Forschungsarbeiten von *Joh et al.* [2001] und *Joh et al.* [2002] zu. Der von *Joh et al.* [2002] formulierte „multidimensionale“ Berechnungsalgorithmus weist darüber hinaus die ungelöste Schwierigkeit der Festlegungserfordernis einer Vielzahl weiterer Gewichtungsfaktoren (z. B. Gewichte der einzelnen Merkmale y^X in Bezug auf $\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$) auf, ohne deren Größen bisher argumentativ bzw. empirisch hinreichend begründen zu können.
- Eine identische Strategie der Parameterfestlegung wie *Joh et al.* [2002] verfolgt *Schlich* [2003].
- Zwar variieren *Rindsfüser et al.* [2000] die Wertigkeiten für das Einfügen und Erweitern von Lücken („gaps“) im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse. Dennoch setzen *Rindsfüser et al.* [2000] und *Zimmermann et al.* [2001] im Zuge der empirischen Analysen nicht näher spezifizierte Standardwerte als Aufwandswerte C_ω fest.
- Dagegen sind erste Ansätze einer inhaltlichen Ausrichtung bei *Heller-Kemp et al.* [2000] auf modelltheoretischer Basis erkennbar. Je nach Erwerbsstatus der Person werden bei Aktivitätsketten für die Übergänge zwischen den Merkmalswerten w^{Typ}_i des Wegezwecks unterschiedliche Ersetztenaufwandswerte C_{sub} angesetzt. Der Austausch einer erwerbstypspezifischen Haupt- gegen eine Nebenaktivität erhöht den üblichen Aufwandswert C_{sub} von 1 um den Faktor 1,25

Gleicher Sachverhalt einer Vernachlässigung der Zustandsabstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}})$ bei der Ermittlung des Sequenzabstandes $D_{geo}(s,š)$ gilt für die vorgestellten musterorientierten Multimethodenansätze.

Tabelle 4-6: Gegenüberstellung ausgewählter Untersuchungsansätze zur Sequenzvergleichsanalyse auf Basis der Optimal Matching Technik

Autor (Jahr) / Kriterien	Wilson (1988)	Joh et al. (2001) Joh et al. (2002)	Rindsfüser et al. (2000) Zimmermann et al. (2001)	Heller-Kemp et al. (2000)	Schlich (2003)	Bewertung musterorientierter Multimethodenansätze (Synthese der Ergebnisse) (vgl. Abschnitt 3.3.5)
a) Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens						
Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	☒	☑	⊡	☒	☑	☒
Länge und Lage des Makrozeitabschnittes	☑	⊡	☑	☑	⊡	☒
Detaillierung Sequenzform	☑	⊡	☑	⊡	⊡	⊡
Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	☑	☑	☑	⊡	⊡	⊡
b) Analyseebene musterorientierter Multimethodenansatz						
Vollständigkeit des musterorientierten Untersuchungsansatzes des Raum-Zeit-Verhaltens	☒	☒	⊡	☒	⊡	☑
c) Analyseebene Sequenzvergleichsverfahren						
Umfang der Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes	☑	☑	☑	☑	☑	☒
Zustandsäbstände: inhaltliche Ausrichtung	☒	☒	☒	⊡	☒	☒

Legende: ☑ berücksichtigt ⊡ teilweise berücksichtigt ☒ nicht berücksichtigt

4.5.3 Fazit

In einer Zusammenfassung der Ergebnisse der Literaturanalyse bleibt festzuhalten:

- *Erstens* verwenden die Beiträge mit dem Anwendungsschwerpunkt der Sequenzvergleichsanalyse Daten zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens größerer Abbildungsbreite und -tiefe im Vergleich zu den musterorientierten Multimethodenansätzen.
- *Zweitens* fehlt die Integration der Optimal Matching Technik in einen musterorientierten Multimethodenansatz zur Erklärung des Raum-Zeit-Verhaltens. Bislang wird zur Bestimmung der Sequenzabstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ lediglich auf geometrische Distanzmaße zurückgegriffen.
- *Drittens* deuten die vorgestellten Publikationen auf Analysepotenziale der Optimal Matching Technik zur Sequenzvergleichsanalyse von Wege-Aktivitätenmustern s.
- *Viertens* existiert in Bezug auf die Klärung der Anwendungsvoraussetzungen der Optimal Matching Technik Forschungsbedarf: Eine empirische Ausrichtung der festzulegenden Gewichtsfaktoren C_ω durch die Berücksichtigung der operationsspezifischen Zustandsabstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i, \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j, \omega)$ des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens fehlt bislang. Dieser Aspekt soll daher vertiefend in Kapitel 5 und 6 behandelt werden.

4.6 Clusteranalyse

4.6.1 Grundlagen

Die nachstehenden Ausführungen lehnen sich an die Publikationen von *Schmiedel* [1984], *Bacher* [1994], *Bortz* [1999] und *Backhaus et al.* [2003] an: Clusteranalytische Verfahren folgen dem Prinzip der Segmentierung. Ziel ist es, die Menge der Untersuchungsobjekte - hier sind es Wege-Aktivitätenmuster s - entsprechend ihrer Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit zu homogenen Cluster $S_i \subset S$ mit $S_1 \cup S_2 \cup S_i \ldots = S$ - auch Partition, Typ oder Klasse genannt - zusammenzufassen (vgl. Abschnitt 3.2.1). Die strukturen-erkennenden Verfahren der Clusteranalyse haben die Aufgabe, eine „optimale“ empirische Klassifikationslösung zu finden, wobei es hierfür eine Vielzahl möglicher Methoden je nach gewähltem Fusionskriterium und -algorithmus gibt. Dennoch liegt allen Verfahren das gleiche bereits in Abschnitt 3.2.1 erläutere Bildungsgesetz der Segmentierung zugrunde. Sinnvoll ist die Anwendung clusteranalytischer Methoden nur dann, wenn Cluster S_i entstehen, die sowohl die beiden Segmentierungskriterien der internen Homogenität als auch der externen Heterogenität erfüllen und zudem inhaltlich interpretierbar sind.

4.6.2 Vorgehensweise

Der Ablauf der clusteranalytischen Analyse in der eigenen Untersuchung besteht aus einer Abfolge mehrerer Teilschritte (vgl. Abbildung 4-7), die im Folgenden kurz erläutert werden:

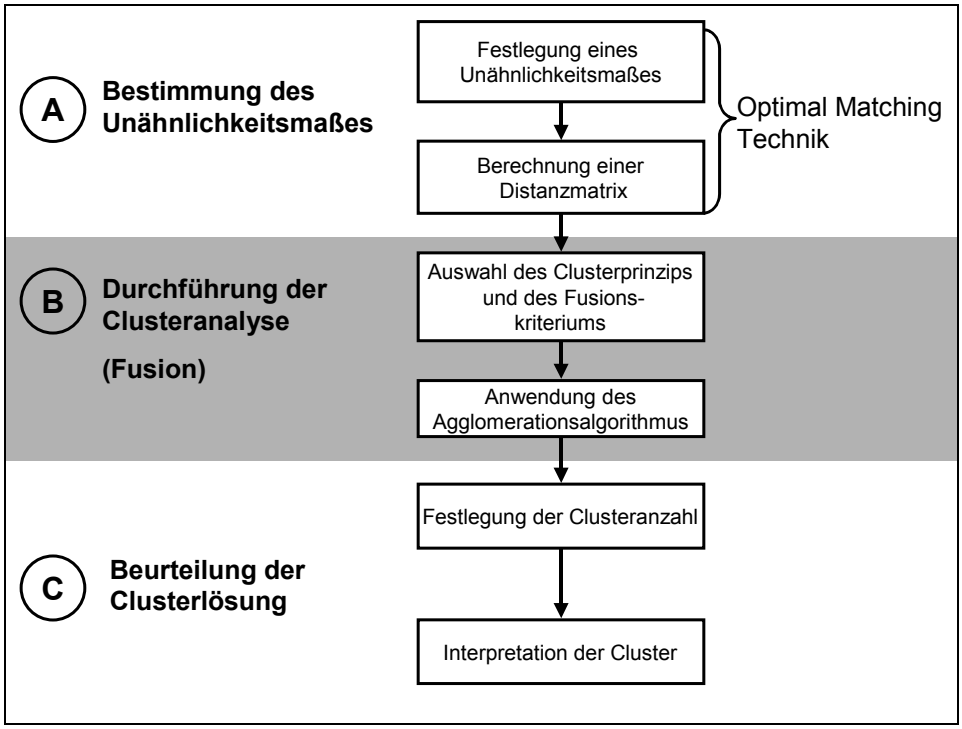


Abbildung 4-7: Ablaufschritte des clusteranalytischen Verfahrens [eigene Darstellung]

A Bestimmung der Distanzmatrix

Da im eigenen Ansatz bereits die Optimal Matching Technik eine Distanzmatrix **D** liefert, die Abstände zwischen Wege-Aktivitätenmustern $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ enthält, entfällt deren normalerweise übliche Bestimmung durch empirische Messung oder Berechnung auf der Grundlage der Merkmalsausprägungen der Variablen der Objekte.

B Durchführung der Clusteranalyse (Fusion):
Kern clusteranalytischer Verfahren sind Klassifikationsheuristiken, deren Algorithmen darauf abzielen, eine in Form einer Distanzmatrix **D** vorliegende Objektmenge - die Menge aller Wege-Aktivitätenmuster S - in einzelne Cluster S_i zu unterteilen. Welches Fusionskriterium mit dazugehörigem Fusionsalgorithmus gewählt wird, hängt von den Randbedingungen der Untersuchung ab: der Problemstellung, den vorhandenen Daten, dem gewählten Distanzmaß usw. [u. a. Bacher 1994, Bortz 1999, Backhaus et al. 2003].

C Beurteilung der Clusterlösung
Sind die Partitionen für die einzelnen Fusionsstufen erzeugt, so ist anhand von Abbruchkriterien festzulegen, wie viele Klassen S_i gebildet werden. Es geht darum, eine Clusterzahl I zu bestimmen, die relativ zu anderen Lösungen ein optimales Resultat darstellt. Gelingt eine zufriedenstellende Modellanpassung, so kann anschließend eine inhaltliche Deutung der Clusterlösung vorgenommen werden [u. a. Bacher 1994, Bortz 1999, Backhaus et al. 2003].

4.7 Multinomiale Logit-Analyse

4.7.1 Grundlagen

Die nachfolgenden Erläuterungen zu den Logit-Modellen basieren auf den Publikationen von *Urban* [1993], *Andreß et al.* [1997] und *Backhaus et al.* [2003]. Logit-Modelle zählen zu den multivariaten statistischen Verfahren, die auf dem Prinzip der Identifikation fußen, also strukturenprüfend sind. Im Allgemeinen hängt die Auswahl, welches induktive statistische Verfahren grundsätzlich angewandt wird, zunächst vom Skalenniveau der Ausgangsvariablen ab (vgl. Abschnitt 3.2.1, Tabelle 3-1). Handelt es sich um eine zu erklärende Variable in kategorialer Form mit einer beschränkten Anzahl von diskreten Merkmalskategorien, so eignet sich die Logit-Analyse. Bezogen auf die Merkmalswerte der abhängigen Variablen kann unterschieden werden, ob zwei Kategorien (binärer Fall) - beispielsweise das Auf- bzw. Nichtauftreten von Ereignissen - oder mehrere Kategorien (polytomer Fall) vorhanden sind. Von den unabhängigen Variablen wird lediglich gefordert, dass sie entweder metrisch oder kategorial skaliert sind. Mit der Hilfe von Logit-Modellen gelingt es Ursache-Folge-Zusammenhänge zu konstruieren: Es wird die Wahrscheinlichkeit der Zuordnung zu einer bestimmten diskreten Merkmalskategorie i der abhängigen Variablen S_i ermittelt, sofern eine spezifische Kombination $\mathbf{k_j}$ von Merkmalswerten k_j der unabhängigen Variablen k vorliegt. Das heißt: Verändern sich die Merkmalsausprägungen k_j der Prädiktoren k, so verändert sich auch die Zugehörigkeitswahrscheinlichkeit zu einer bestimmten Kategorie i der abhängigen Variablen S_i. Bei einer abhängigen Variablen mit I Kategorien sind die Logit-Koeffizienten von nur I-1 Kategorien nichtredundant, was aus statistischer Sicht bedeutet, dass ein unteridentifiziertes Modell vorliegt. Aus diesem Grund wird die Kategorie I als Referenzkategorie genommen und deren Logit-Koeffizienten b_{ikj} bzw. b_{i0} auf null

fixiert [Kühnel 1993]. Dieser Zusammenhang lässt für sich jeden Fall $\mathbf{k_j}$ (Person) der Population mit folgender Formel (polytomer Fall) bei Ausschluss der Referenzkategorie I darstellen:

Gleichung 4-15: $$P_{k_j}(i|S_i) = \frac{\exp(V_i)}{1+\sum_{i=1}^{I-1}(\exp V_i)} \qquad i = 1,\ldots\ldots, I-1$$

$P_{k_j}(i\|S_i)$	Wahrscheinlichkeit der Zuordnung zu einer Kategorie i (keine Referenzkategorie) der abhängigen Variablen S_i
V_i	Linearkombination der Merkmalswerte k_j der unabhängigen Variablen k1, k2,…… der Kategorie i der abhängigen Variablen S_i

Die Formel für die Linearkombination der Ausprägungen der unabhängigen Variablen lautet:

Gleichung 4-16: $$V_i = b_{0i} + \sum_{k=1} b_{ik_j} \cdot k_j$$

k_j	bei metrischen Merkmalen: Merkmalswert k_j der unabhängigen Variablen k1, k2, ...) bei nominalen Merkmalen: k_j =1
b_{ik_j}	Logitkoeffzient des Merkmalswertes der unabhängigen Variablen k1, k2…. bei Kategorie i (i=1,2, ..,I-1) der abhängigen Variablen
b_{i0}	konstanter Logitkoeffizient bei Kategorie i (i=1,2, ..,I-1) der abhängigen Variablen

Um aussagekräftige Ergebnisse mit dem Logit-Modell zu erhalten, sind Anforderungen an die Stichprobengröße der zu untersuchenden Daten zu stellen. Welcher Umfang die Stichprobe haben sollte, hängt im Wesentlichen von der Anzahl der Merkmalswerte sowohl der erklärenden Variablen als auch den Prädiktoren k ab.

- Pro Kategorie i der abhängigen Variablen nennen *Backhaus et al.* [2003] eine minimale Fallzahl von 25 Beobachtungen.
- Überdies formulieren *Andreß et al*. [1997] in Bezug auf die unabhängigen Variablen folgenden überschlägigen Berechnungsansatz: Die Anzahl zu schätzender Logit-Koeffizienten wird von der Fallzahl der Stichprobe subtrahiert. Sie fordern, dass hierbei möglichst ein Wert über 50 (besser über 100) erzielt werden sollte.

4.7.2 Vorgehensweise

Die Durchführung einer Logit-Analyse schließt mehrere Ablaufschritte (vgl. Abbildung 4-8) ein, wobei sich die eigene Herangehensweise am Vorgehen von *Kunert* [1992] orientiert.

A Spezifizierung des Modells
Mit der Festlegung des Modells in der ersten Phase wird das Ziel verfolgt, auf iterativem Wege die Anzahl der Prädiktoren k durch Verkleinerung des Umfangs des Merkmalsraumes M zu verdichten, so dass das endgültige Modell einen möglichst hohen Erklärungsgehalt aufweist.

- Zunächst gehen alle a priori ausgewählten Erklärungsgrößen k in das vorläufige Schätzmodell ein, die eventuell Trenneffekte im Hinblick auf eine Aufteilung in die Kategorien der abhängigen Variablen S_i zeigen könnten. Die Vorauswahl potenzieller Determinanten k erfolgt hypothesengeleitet.
- Sodann besteht die Aufgabe durch statistische Testverfahren - beispielsweise durch Anwendung des LR-Tests [vgl. Urban 1993] - schrittweise signifikante Erklärungsgrößen k zu identifizieren, die später im endgültigen Modell aufgenommen werden. Nicht signifikante Prädiktoren k werden ausgeschlossen.

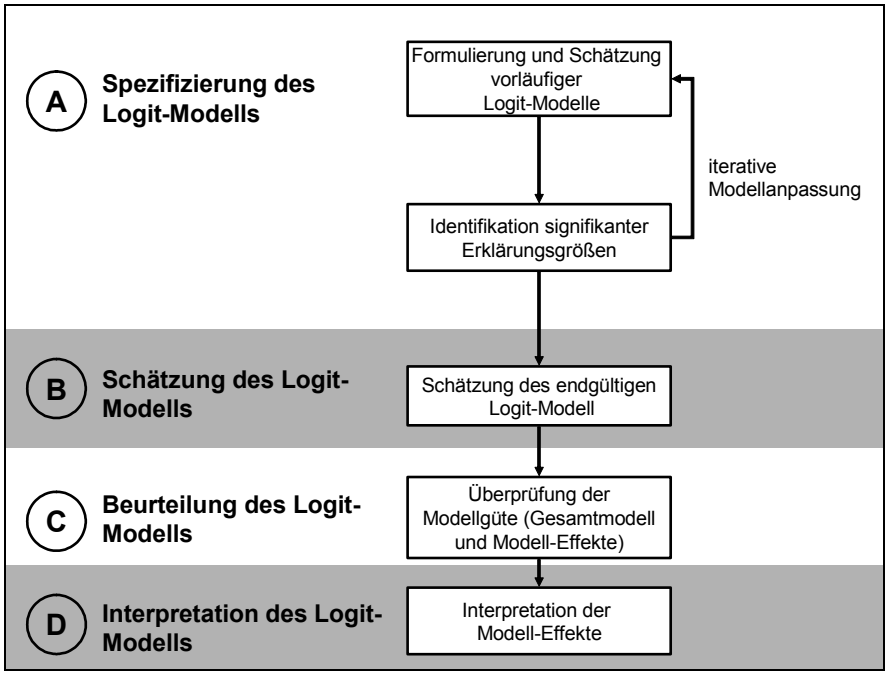


Abbildung 4-8: Ablaufschritte der Logit-Analyse [eigene Darstellung]

B Schätzung des Logit-Modells
Im zweiten Schritt erfolgt die Schätzung des endgültigen Logit-Modells mit den verbleibenden Erklärungsgrößen k und den dazugehörigen Sätzen $\mathbf{k_j}$ von Merkmalsausprägungen k_j mit Hilfe eines Schätzverfahrens.

C Beurteilung des Logit-Modells
Gegenstand von Phase C ist die Überprüfung der Aussagekraft sowohl des Gesamtmodells als auch die Signifikanz einzelner Effekte k_j der Prädiktoren k.

D Interpretation des Logit-Modells
Darauf aufbauend umfasst der vierte Schritt die Interpretation der Effekte (Wirkungsrichtung und -stärke) der Merkmalswerte k_j identifizierter Erklärungsgrößen k.

5 AUSRICHTUNG DER OPTIMAL MATCHING TECHNIK AM AKTIVITÄTEN-(VERKEHRS-)-VERHALTEN: EINE EMPIRISCHE ANNÄHERUNG

5.1 Einleitung

Das folgende Kapitel greift das bislang ungelöste Problem einer inhaltlichen Ausrichtung der Optimal Matching Technik am Untersuchungsgegenstand - dem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten - auf. Wie bereits dargelegt (vgl. Abschnitt 4.4.3), können die vor der Anwendung des Sequenzvergleichsverfahrens festzusetzenden Transformationsaufwandswerte C_ω

- sowohl von der Art ω_i der Aktion ω,
- als auch von den bis zu zwei Zuständen $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ bzw. $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j$ der Elemente, die am jeweiligen Umwandlungsvorgang beteiligt sind, der Wege-Aktivitätenmuster s

abhängen.

Es geht folglich im konkreten Anwendungsfall darum, Anhaltspunkte für die Höhe der Aufwandswerte C_ω per Analogieschluss zum geplanten und realisierten Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten mittels einer empirischen Annäherung abzuleiten. Die dazugehörige Abbildungsvorschrift, um von operationsspezifischen Zustandsabständen $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$[7] zu Aufwandswerten C_ω zu gelangen, lautet:

Gleichung 5-1: $\Delta(\mathbf{y}^{X}_i,\mathbf{y}^{X}_j) \rightarrow C_{sub}(\mathbf{z},\check{z}),\ \Delta(\mathbf{y}^{X}_i,\varnothing) \rightarrow C_{del}(z),\ \Delta(\varnothing,\mathbf{y}^{X}_i) \rightarrow C_{add}(\mathbf{z})$

Zur Aufgabenstellung: Da die multiplen Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ von Handlungen Y sowohl durch Merkmale y^x qualitativer (z. B. Aktivitätstyp, Verkehrsmittel usw.) als auch quantitativer Art (z. B. Reiseweite, Aktivitätsdauer usw.) beschrieben werden (vgl. Abschnitt 2.2.2), entfällt die Möglichkeit einer direkten Angabe eines Zustandsabstandes $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$ (vgl. Abschnitt 4.4.3). Gesucht wird daher *erstens* ein Ansatz, um die Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ in eine lineare Ordnung auf Intervallskalenniveau zu bringen. Zur Lösung des Problems bietet sich folgende Modellvorstellung an: Per Definition wird als Größenbegriff das Kriterium der Wichtigkeit $P_{overt}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i)$ realisierter aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen Y (overte Handlungen) eingeführt, um deren (Un-)-ähnlichkeit auszudrücken - das so genannte Prioritätenkonzept. Die Distanz $\Delta P_{overt}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$ lässt sich durch die Ermittlung des Absolutwertes der Prioritätsdifferenzen der beiden Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ bzw. $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j$ berechnen (vgl. Gleichung 5-2).

Gleichung 5-2: $\Delta P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_i,\mathbf{y}^{X}_j) = \left| P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_i) - P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_j) \right|$ mit $\mathbf{y}^{X}_i, \mathbf{y}^{X}_j \in Z(\mathbf{y}^{X})$

Dem Algorithmus der Optimal Matching Technik liegt ein Set potenzieller Transformationsoperationen – Löschen, Einfügen und Ersetzen von Zustandselementen **z** der

Sequenzen (Ω = {ins, del, sub}) - zugrunde (vgl. Abschnitt 4.4.1). Somit stellt sich *zweitens* hinsichtlich der Analogiebildung die Frage, ob und inwieweit die Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ bei Zustandswechseln im Rahmen von Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ (coverte Handlungen) auch von der Art der Zeitplanungsaktion ω - dem Streichen, Hinzufügen und Ersetzen von Aktivitäten A bzw. Ortsveränderungen W - abhängen. Als Indikator für mögliche Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ dient wiederum das Zielkriterium der Wichtigkeit $P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$. Das heißt: Aus der Betrachtung des individuellen Zeitplanungsprozesses soll die Priorität $P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ in Abhängigkeit der Art der Aktion ω und den bis zu zwei beteiligten Zuständen $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ und $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j$ bestimmt werden. Entsprechend ergeben sich die Abstände $\Delta P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ aus den Absolutwerten der gemessenen Prioritäten (vgl. Gleichung 5-3).

Gleichung 5-3:
$$\Delta P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\varnothing) = |P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\varnothing)|$$
$$\Delta P_{covert}(\varnothing,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j) = |P_{covert}(\varnothing,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)|$$
$$\Delta P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j) = |P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)| \text{ mit } \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i, \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), \varnothing \notin \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$$

Drittens kommt als weiteres Ziel hinzu: Durch Zusammenfassung ist die große Vielfalt potenzieller aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ notwendigerweise auf eine überschaubare Zahl zu reduzieren, die zur Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster s herangezogen werden. Das gewählte Zielkriterium für die Klassifikationsaufgabe ist die Priorität P_{overt} bzw. P_{covert}. Daraus resultieren Segmentzustände $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ als einfache oder multiple Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i$ von Handlungen Y, die durch unveränderte y^X_i oder zusammengefasste Merkmalswerte $s_l(y^X)$ relevanter Trennvariablen y^X definiert sind (vgl. Abbildung 5-1). Die Segmentbildung geschieht durch Verschmelzung von Merkmalsausprägungen y^X_i zu gröberen Einheiten $s_l(y^X)$, wobei jene Teilmengen des Merkmalswerteraumes $Z(y^X)$ sind.

[7] Die alternative „gleichwertige“ Schreibweise lautet: $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i, \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$, $\Delta(\varnothing, \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j)$ bzw. $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\varnothing)$

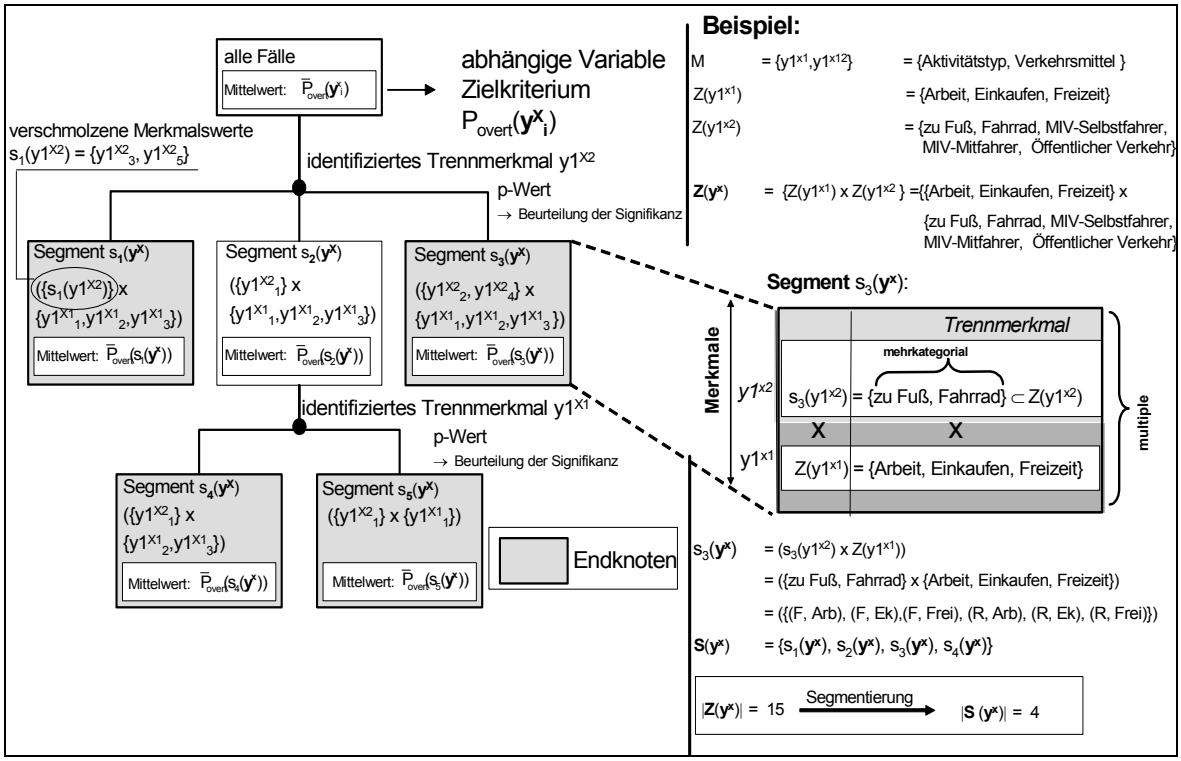


Abbildung 5-1 Bildung von Segmentzuständen aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen (Beispiel) [eigene Darstellung]

5.2 Konzeptioneller Rahmen: Varianten der Operationalisierung der Wichtigkeit von aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen

Zur Klärung des komplexen Sachverhaltes, wie die Wichtigkeit[8] P_{overt} von Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W sowie die Priorität P_{covert} bei Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ inhaltlich zu fassen ist, trägt der erläuterte theoretische Grundansatz zur Erklärung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens bei, wie in Abschnitt 2.2 skizziert. Aus der dort formulierten Modellvorstellung (vgl. Abbildung 2-2) wird deutlich,

- dass die Priorität P_{overt} einer aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlung Y im subjektiv, situativen Kontext von einer Vielzahl von Einflüssen (z. B. Möglichkeiten und Einschränkungen der handelnden Person, subjektiv wahrgenommene Umwelt usw.) bestimmt wird (vgl. Abschnitt 2.2.3, Gleichung 2-1).

[8] Es stellt sich die Frage, wie das erläuterte Zielkriterium zur Abstandsbestimmung zwischen Zuständen $\mathbf{y}^x_i$ und $\mathbf{y}^x_j$ begrifflich zu fassen ist: Was ist die Wichtigkeit, was ist der Nutzen von realisierten Handlungen Y bzw. Zeitplanungsoperationen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$. Aus der fachbezogenen Literatur u. a. *Ettema* [1996], *Doherty et al.* [2002] usw. geht nicht eindeutig hervor, ob zwischen den Begriffen Nutzen, Priorität, Bedeutung, Wichtigkeit, Valenz usw. ein Unterschied besteht oder nicht. Oft werden diese synonym verwendet bzw. die Wichtigkeit statt dem Nutzen empirisch erfasst, obwohl es beispielsweise Hinweise gibt, dass die Wichtigkeit nicht immer eine valide Zeigergröße für den Nutzen ist: Dinge, die wichtig sind, können sowohl zur individuellen Zufriedenheit beitragen oder auch Bedürfnisse nicht befriedigen. Jedoch lässt sich auch die Annahme treffen, dass nicht ausschließlich der Nutzen, sondern in erster Linie die Priorität für die Planung und Ausführung von Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W handlungsleitend ist: Bestimmte Situationen implizieren beispielsweise aufgrund von Zwängen die Ausübung „wichtiger" Handlungen Y, deren subjektiver Nutzen möglicherweise gering ist. Ohne diese erörterten Unterschiede in den Wortbedeutungen in der vorliegenden Arbeit aufzunehmen, soll im Folgenden von der vereinfachten Sichtweise einer Sinngleichheit der oben genannten Begriffe ausgegangen werden.

- dass die subjektiv wahrgenommene Priorität P_{covert} von Zeitplanungsaktionen $Y\leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ im Verlauf des individuellen Organisations- bzw. Reorganisationsprozesses von Tages-, Wochenabläufen usw. zusätzlich durch weitere Faktoren determiniert wird: die Art der Zeitplanungsaktion ω, der Zeitplanungsmodus m_{zeit} usw. (vgl. Abschnitt 2.2.3, Gleichung 2-2).

  Zu beachten ist: In der nachstehenden Operationalisierung bleibt im Gegensatz zur ursprünglichen der Zeitplanungsmodus m_{zeit} außer Acht, da ein Anknüpfungspunkt im Hinblick auf eine Analogiebildung zur Ableitung der Transformationsaufwandswerte C_{ω} der Optimal Matching Technik fehlt.

Schwierigkeiten bereitet bislang eine umfassende Erklärung der Zusammenhänge zwischen dem subjektiven Stellenwert von Zeitplanungsvorgängen P_{covert} bzw. realisierten Handlungen P_{overt} auf *der einen Seite* und potenziellen Erklärungsgrößen dynamischer und statischer Art *auf der anderen Seite*, die in den zum theoretischen Handlungsmodell zugehörigen Einflussfeldern (siehe Abschnitt 2.2, Tabelle 2-2 bis Tabelle 2-7) dokumentiert sind. Da bislang vorhandene empirische Untersuchungen - zu nennen sind hier u. a. die Zeitbewertungsstudien [vgl. HCG et al. 1999] - die erläuterte Komplexität nur in Ansätzen aufgreifen, bestehen Erkenntnisdefizite, welche Wirkungsrichtungen und Effektstärken die Merkmalsausprägungen potenzieller Prädiktoren auf den Nutzen P_{overt} bzw. P_{covert} haben. *Paulußen* [1992] merkt zu diesem Aspekt an, dass die Erklärungsgrößen in einem schwer durchschaubaren, ungeklärten Wechselwirkungsgefüge stehen.

Ausgehend von diesen Relationen wird folgende Strategie verfolgt: Ausgangspunkt ist zunächst die wenig erforschte situationsabhängige Bedeutung von geplanten bzw. realisierten Handlungen P_{overt} bzw. P_{covert} auf Individualebene. Um von dieser vielschichtigen Basis zu vereinfachten Operationalisierungen zu gelangen, die möglicherweise empirisch und analytisch eher fassbar sind, betrachtet der modellhafte Beschreibungsansatz verschiedene Komplexitätsstufen (vgl. Tabelle 5-1): Je nachdem, welche Einflussfelder und deren Merkmale des vorgestellten Theoriemodells (vgl. Abschnitt 2.2) in der Datengewinnung und der -analyse einbezogen oder ignoriert werden, variiert dessen Komplexität. Prinzipiell ist zunächst anzumerken: Je weniger Einflussfelder eingehen, desto undifferenzierter erfolgt die Abbildung der Wertigkeit P_{overt} bzw. P_{covert}, was zu einem entsprechenden Verlust an Wirklichkeitsnähe führt. Zwischen den Einflussfeldern und dem Betrachtungszusammenhang der Priorität P_{overt} bzw. P_{covert} von aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen Y besteht folgender Zusammenhang:

- *Erstens* wird zwischen der individuellen und der kollektiven Betrachtungsebene differenziert. Während die empirischen Messungen [M] (vgl. Abschnitt 5.3.2) von der Mikroebene der Personen ausgehen, betrachtet die anschließende Datenanalyse [A] (vgl. Abschnitt 5.3.4) lediglich Personenaggregate auf der Makroebene.
- *Zweitens* soll zwischen einer situationsunabhängigen („overall level of priority“) und einer situationsabhängigen („scheduling priority“) Priorität differenziert werden, die sich darin unterscheiden, ob die momentane Situation den Bezugsrahmen bildet oder nicht [Doherty et al. 2002].

- *Drittens* ist von Belang, ob es sich um eine geplante oder eine bereits durchgeführte Ortsveränderung W bzw. Aktivität A handelt. Bei overten Handlungen Y stehen die aktivitäten- bzw. wegebezogenen Entscheidungen endgültig fest: Sämtliche Werte y^X_i der Merkmale y^X der Handlung Y sind lückenlos bekannt. Hingegen gelten diese Merkmalsausprägungen y^X_i bei coverten Handlungen Y im Zeitplanungsstadium als unsicher und beruhen möglicherweise auf vagen individuellen Vorstellungen im Hinblick auf die spätere Ausführung der Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W.

Tabelle 5-1: Komplexitätsstufen der Priorität von aktivitäten- und ortsveränderungsbezogenen Handlungen

Einflussfelder					**Betrachtungszusammenhang**						**Abstraktionsebene der Untersuchung**	
					Makro-Mikro-Kontext		situativer Kontext		zeitlicher Handlungskontext			
statische Merkmale y^{XV}	dynamische Merkmale y^{XH}	Merkmale i der Person I	Art der Operationen ω	Merkmale u der Umwelt U	Individuell	kollektiv	situationsabhängig	situationsunabhängig	overt (realisiert)	covert (geplant)	Datengewinnung	Datenanalyse
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☑	☒	☒	☑	**M I**	
☑	☒	☑	☒	☒	☑	☒	☒	☑	☑	☒	**M II**	
☑	☒	☒	☑	☒	☒	☑	☒	☑	☒	☑		**A I**
☑	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☒	☑	☑	☒		**A II**

Legende:
MI Messmodell I (individuell-situationsabhängig-covert)
MII Messmodell II (individuell-situationsunabhängig-overt)
AI Analysemodell I (kollektiv-situationsunabhängig-covert)
AII Analysemodell II (kollektiv-situationsunabhängig-overt)

5.3 Stand der Wissenschaft: Befunde zur Wichtigkeit aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen

5.3.1 Qualitative Zusammenhänge zur Wichtigkeit von realisierten Handlungen

Zunächst greift die Literaturanalyse Befunde auf, welche zeigen, wie die Bedeutung P_{overt} von Aktivitäten A bzw. Ortsveränderungen W von deren Merkmalen statischer Art y^X bzw. den dazugehörigen Ausprägungen y^X_i abhängt, sofern diese Variablen isoliert betrachtet werden. Ausgangspunkt der herangezogenen Forschungsarbeiten bildet eine situationsunabhängige Sichtweise realisierter Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W auf der kollektiven Betrachtungsebene (Abschnitt 5.2). Es handelt sich bei den im Folgenden aufgezeigten Erkenntnissen zum Teil um sachlogische Argumente über angenommene Abhängigkeiten qualitativer Art aber auch um empirisch abgesicherte Beziehungen. Die Zusammenhänge stammen teilweise aus unter-

schiedlichen empirischen Zeitbewertungsstudien („First UK Study 1987“, „Dutch Study 1990 (1984-1990)“, „Present UK Study 1994“), die u. a. in *HCG et al.* [1999] und *Axhausen et al.* [2000] dokumentiert sind. Zeitbewertungsstudien verfolgen die originäre Zielstellung, Zeitkosten für Ortsveränderungen zu ermitteln. Charakteristisch für das Vorgehen dieser Untersuchungen ist

- eine ausschließlich wegeorientierte Betrachtungsweise und
- eine fehlende Beachtung weder von Dependenzen noch von Interdependenzen zwischen Ortsveränderungen W und Aktivitäten A.

Vor diesem Hintergrund beschränkt sich die nachstehende Darstellung auf qualitative Zusammenhänge, trotz zum Teil bekannter Effektstärken der Ausprägungen y^X_i identifizierter Beschreibungsgrößen y^X auf den Nutzen P_{overt} von Handlungen Y in verschiedenen Beiträgen. Ebenso bleiben die vorhandenen Abweichungen zwischen den Resultaten jener Arbeiten bei der Synthese der qualitativen Zusammenhänge außer Acht, die durch unterschiedliche Datenbasen (Erhebungsort, Erhebungszeitpunkt usw.), differierende Untersuchungsmethoden (real vs. hypothetisch) usw. bedingt sind.

Aus dem Sichtungsprozess der oben genannten Literaturquellen lassen sich die bedeutsamen Merkmale y^X zur Erklärung des Stellenwertes P_{overt} einer Handlung Y herausfiltern: der Aktivitätstyp a^{Typ} bzw. der Wegezweck w^{Typ}, das Verkehrsmittel w^{Vm}, die Aktivitätsdauer a^{Dau}, die Wegedauer w^{Dau} und die zeitliche Lage y^{Zeit} der Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W im Tages- bzw. Wochenverlauf. Die Abschätzung des Beitrags dieser Merkmale y^X in Bezug auf den Nutzen $P_{overt}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i)$ ergibt,

- dass *erstens* der Aktivitätstyp a^{Typ} bzw. der Wegezweck w^{Typ} und die Art des benutzten Verkehrsmittels w^{Vm} starke Effekte zeigen,
- dass *zweitens* die Wirkungsstärke von Reise- w^{Dau} und Aktivitätsdauer a^{Dau} hoch ist,
- dass *drittens* die zeitliche Lage w^{Zeit} eher von geringer Relevanz ist und
- dass *viertens* für weitere infrage kommende Variablen y^X der räumlichen und sozialen Facette des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens keine Wirkungszusammenhänge erkennbar bzw. bekannt sind.

Welche qualitativen Wirkungen die Ausprägungen y^X_i der genannten Merkmale y^X auf die Nutzenbewertung P_{overt} der Handlung Y zeigen, soll im Folgenden verdeutlicht werden.

- Aktivitätstyp bzw. Wegezweck
  Unumstritten ist, dass der Stellenwert P_{overt} einer Aktivität A von deren Art und Zweck - dem Merkmal Aktivitätstyp a^{Typ} - abhängt. Viele Forschungsarbeiten behandeln diesen Aspekt und entwickeln dabei argumentativ Rangfolgen entsprechender Merkmalswerte a^{Typ}_i. Zum Beispiel legt *Holz-Rau* [1990] folgende Rangordnung in absteigender Stufung fest, um aus mehreren zeitgleich ausgeübten Tätigkeiten eine Primäraktivität bestimmen zu können: Arbeiten, Bilden, dienstlich (Geschäfts- und Dienstreise), Service, Einkaufen, Freizeit und Wohnen. Im Vergleich unterschiedlicher Befunde (u. a. *Kutter* [1972], *Holz-Rau* [1990], *Kraan* [1996] und *Lipps* [2001]) variieren diese qualitativen Hierarchien geringfügig, was zum Teil auch auf unterschiedliche Formationen der jeweiligen Tätigkeitskategorien a^{Typ}_i zurückzuführen ist. Tendenziell lässt sich aus den herangezogenen Forschungsarbeiten ableiten: Obligatorischen Tätigkeiten wird eine größere Bedeutung P_{overt} als den disponiblen zugeschrieben.

- Verkehrsmittel
  Welche Wirkungen die Art w^{Vm}_i des benutzen Verkehrsmittels w^{Vm} auf die Bewertung P_{overt} von Ortsveränderungen W hat, geht aus den bereits genannten wegeorientierten Zeitbewertungsstudien hervor. Unter der Vernachlässigung weiterer Wechselwirkungseffekte (Fahrtzweck, Verkehrszustand usw.) lässt sich beispielsweise aus der niederländischen Zeitbewertungsstudie („Dutch Study 1990 (1984-1990)“) tendenziell erkennen: Dem Zugfahren und der Fortbewegung mit dem Pkw wird der größte Stellenwert P_{overt} eingeräumt, gefolgt von der Benutzung von Bussen und Straßenbahnen [Paulußen 1992, Axhausen et al. 2000]. Eine ähnliche Bedeutungsrangfolge zeigen die Resultate der ersten britischen Untersuchung zur Zeitbewertung („First UK Study 1987“) [HCG et al. 1999, Axhausen et al. 2000]. Zusätzlich wird hier das Zufußgehen beachtet, dem die größte Wertigkeit P_{overt} zugemessen wird. Auch ein Aufsatz von *Moktharian et al.* [2001], der empirische Ergebnisse zur subjektiven Einschätzung von Ortsveränderungen W thematisiert, bestätigt größtenteils diese verkehrsmittelspezifische Nutzenhierarchie.

- Aktivitätsdauer
  Folgender Zusammenhang besteht: Je länger eine Aktivität A dauert, desto größer ist deren Nutzen P_{overt}. Es handelt sich jedoch nicht um einen linearen Zusammenhang. Stattdessen wird - beschreibbar durch einen konkaven Kurvenverlauf im Nutzen-Zeit-Diagramm - der Zuwachs an Nutzen P_{overt} mit zunehmender Dauer a^{Dau}_i immer kleiner [Supernak 1992, Kraan 1996, Dijst et al. 2000].

- Wegedauer (nur bei Aktivitäten außer Haus)
  Ob eine Ortsveränderung W einen Nutzen oder einen Aufwand P_{overt} darstellt, darüber gibt es unterschiedliche Sichtweisen:
  - *Einerseits* bedeuten notwendige Ortsveränderungen W im Zusammenhang mit einer Aktivität A einen zeitlichen, monetären usw. Verlust. Das heißt: Je länger eine Ortsveränderung W dauert, desto größer wird der Aufwand P_{overt} [Supernak 1992].
  - *Andererseits* zeigen demgegenüber die empirischen Resultate eines Beitrages von *Mokhtarian et al.* [2001] zu diesem Aspekt: Längere Wege W werden im Vergleich zu kurzen mit einem höheren Nutzen P_{overt} verbunden, wobei dies vor allem auf Freizeitwege mit dem Flugzeug und dem Pkw zutrifft. Unklar bleibt, inwiefern diese positive Einschätzung mit sekundären Aktivitäten während der Ortsveränderung W (z. B. Lesen, Radio hören usw.) zusammenhängt.

  Die Betrachtung darüber hinausgehender indirekter Wirkungen einer Ausdehnung der Reisezeit w^{Dau}, drückt sich in folgender Argumentationsweise aus: Mit einem Anstieg der Reisezeit geht in der Regel eine Ausweitung des Aktionsraumes einher, wodurch die Auswahlmöglichkeiten an potenziellen Gelegenheiten steigen. Dies wiederum kann zu einem zusätzlichen positiv wahrgenommenen Nutzen P_{overt} bei der Beurteilung der korrespondierenden Aktivität A führen [Kraan 1996].

- zeitliche Lage (innerhalb des Tages bzw. der Woche)
  Wenige Erkenntnisse gibt es bislang über eine Bewertung P_{overt} von Handlungen Y in Abhängigkeit der zeitlichen Lage y^{Zeit} auf den unterschiedlichen Zeitebenen Tageszeit, Wochentag usw. Bekannt ist eine empirische Studie von *Baer et al.* [1985] zur subjektiven Beurteilung an welchen Wochentagen und zu welchen Tageszeiten Freizeitaktivitäten optimal bzw. ungünstig zeitlich positioniert sind, ohne andere Kategorien des Tätigkeitstyps a^{Typ}_i zu

beachten. Zu deren Ergebnis: Bevorzugte Tageszeiten für die Ausübung freier Tätigkeiten sind die Abendstunden; mit deutlich niedrigeren Präferenzen P_{overt} im Hinblick auf die subjektive Nutzbarkeit werden die Tageszeiten morgens, nachts und nachmittags eingestuft. Des Weiteren zeichnen sich geringe Werte P_{overt} für Werktage im Vergleich zum Wochenende in einer Unterscheidung der Zeitbewertung von Freizeitaktivitäten in Abhängigkeit des Wochentages ab. Hingegen kommt eine aktuelle britische Studie („Present Uk Study 1994“) zur Zeitbewertung von Fahrten (ohne die nachfolgende Aktivität zu betrachten) zum Ergebnis, dass weder wochentags- noch tageszeitspezifische Effekte von Relevanz feststellbar sind [HCG et al. 1999].

5.3.2 Qualitative Zusammenhänge zur Wichtigkeit von Zeitplanungsvorgängen

Um Aufwandswerte C_{ω} der Optimal Matching Technik am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten inhaltlich auszurichten, interessiert ob und wie die Art ω_i der Zeitplanungsaktion ω - das Streichen, Verändern Hinzufügen von Aktivitäten A bzw. Ortsveränderungen W - die Bewertung jener Aktionen beeinflusst. Hierzu ist es notwendig die Betrachtungsebene realisierter Handlungen Y zu verlassen und sich den Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ zuzuwenden. Da keine direkten empirischen Zusammenhänge zwischen der Priorität P_{covert} von Zeitplanungsaktionen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ und Erklärungsgrößen aus empirischen Untersuchungen hervorgehen, sind indirekte Indizien durch argumentative Ableitung plausibler Annahmen aufzugreifen:

- Die *erste* Hypothese (I) bezieht sich auf die Häufigkeit des Auftretens unterschiedlicher Zeitplanungsoperationstypen ω_i bei Organisations- bzw. Reorganisationsvorgängen von Tages- bzw. Wochenabläufen und die Häufigkeit der Veränderung von Merkmalen y^X von Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen bei Modifikationsoperationen. Es wird angenommen: Zeitplanungsaktionen bzw. Veränderungen bestimmter Merkmale y^X von Tätigkeiten A bzw. Wegen W mit seltenem Vorkommen sind mit einer höheren Bedeutung P_{covert} zu versehen, häufige mit niedrigerer.
- In einer *zweiten* Annahme (II) wird spekulativ unterstellt: Zeitplanungsentscheidungen, die mit weitem Abstand zum Realisierungszeitpunkt getroffen werden, führen zu einer höheren Priorität P_{covert}. Der Umkehrschluss lautet: Spontane Vorgänge gehen eher mit einem niedrigeren Stellenwert P_{covert} einher.
- Als *dritte* These (III) kann formuliert werden, dass sich die Kongruenz in Planung und Ausführung von Handlungen Y in deren Bedeutung widerspiegelt. Diejenigen Aktivitäten A bzw. Ortsveränderungen W mit einer Übereinstimmung von Planung und Realisierung lassen eher einen hohen Stellenwert P_{covert} vermuten. Bleibt hingegen eine geplante Handlung Y unausgeführt, lässt dies auf eine niedrige Wertigkeit P_{covert} schließen.

Zur Argumentation eignen sich die empirischen Ergebnisse der Arbeiten von *Doherty et al.* [2000] und *Chen et al.* [2000]:

- Art der Zeitplanungsoperation:
  - *Erstens* zeigt die Studie von *Doherty et al.* [2000] folgende Resultate im Hinblick auf eine Unterscheidung der Zeitplanungsoperationstypen ω_i nach der Häufigkeit ihres Auftretens: Ca. 80 % aller Operationen betreffen das Hinzufügen von Aktivitäten A bzw. Wegen W, lediglich in etwa 17% der Fälle werden Modifikationen durchgeführt und nur ungefähr 4% der Einträge werden gelöscht. Vor diesem Hintergrund folgt die formulierte Hypothese (I): Dem Verwerfen von Handlungen Y wird der höchste und dem Ergänzen der niedrigste

Stellenwert P_{covert} eingeräumt. Dazwischen liegt die Bedeutung P_{covert} der Operation Verändern.

- *Zweitens* zeichnen sich als Ergebnisse aus *Doherty et al.* [2000] folgende Zusammenhänge zum Zeitpunkt der Planung im Wochenverlauf als weiteres Kriterium ab: Das Hinzufügen von Handlungen Y konzentriert auf den Beginn der Woche, fällt dann stark ab und steigt zum Wochenende wieder leicht an. Teilweise relativiert sich dieser Sachverhalt durch die Art und Weise der Erhebungsdurchführung bei CHASE-Befragungen (vgl. Abschnitt 5.4.2 und Anhang D-I): Typische Routinehandlungen werden zu Beginn der Untersuchung erfasst. Im Wochenverlauf kommen mit relativer Konstanz der Nennungen auch das Verwerfen und Modifizieren von Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W hinzu. Das lässt folgenden Schluss zu: Der zunächst nur grob strukturierte Terminplan wird immer weiter verfeinert. Unter Zugrundelegung der vorher aufgeführten Annahme (II) sprechen die empirischen Ergebnisse zum Zeitplanungsprozess für eine hohe Bedeutung P_{covert} des Hinzufügens und einen geringeren Stellenwert für die anderen beiden Aktionstypen.

- Modifikation aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Merkmale bei Zeitplanungsvorgängen:
  Aus der Analyse, welche Merkmale y^X bei Modifikationsoperationen verändert werden, zeigen sich nach *Doherty et al.* [2000] folgende Resultate: Ungefähr 75% aller Änderungen betreffen die Start- und Endzeiten von Handlungen Y. Die restlichen Vorgänge verteilen sich auf die Anzahl der begleitenden Personen (8%), den Aktivitätstyp (7%), den Aktivitätsort (6%), die zeitliche Lage auf Tagesebene (4%) und das benutzte Verkehrsmittel (2%), wobei Mehrfachmodifikationen möglich sind. Wird dabei Hypothese (I) gefolgt, so lässt sich aus der Häufigkeitsverteilung unterschiedlicher Arten von Modifikationsoperationen eine Hierarchie der Merkmale y^X nach ihrer Bedeutung P_{covert} formulieren. Während dem Attribut Verkehrsmittel w^{Vm} ein sehr hoher Stellenwert P_{covert} eingeräumt wird, erscheint die zeitliche Anpassung der Dauer w^{Dau} als weniger bedeutsam. Zwischen diesen Polen kann die Valenz P_{covert} der anderen aufgeführten Merkmale y^X eingeordnet werden.

- Modifikation von Merkmalswerten aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Merkmale bei Zeitplanungsvorgängen:
  Die Resultate von *Chen et al.* [2000] indizieren: Es kommt sehr selten vor, dass Aktivitäten A obligatorischer Art a^{Typ}_i wie Arbeiten und Bilden vorgeplant und dann nicht realisiert werden. Umgekehrt besteht eine überdurchschnittlich große Neigung der Nichtausübung geplanter Aktivitäten, wenn es sich um die freien Aktivitätstypen a^{Typ}_i wie Einkaufen, Freizeit usw. handelt. Das lässt wiederum den Schluss eines höheren Stellenwertes P_{covert} obligatorischer und eines niedrigeren disponibler Aktivitätstypen a^{Typ}_i zu.

5.3.3 Zwischenfazit

Die Ergebnisse der vorangegangenen Literatursynthese zu den Effekten der Merkmalswerte maßgebender Erklärungsgrößen im Hinblick auf den Stellenwert P_{overt} bzw. P_{covert} von realisierten Handlungen Y sowie von Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ fasst Tabelle 5-2 in einer groben Abschätzung zusammen.

Tabelle 5-2: Literatursynthese zur Priorität overter und coverter Handlungen: Identifikation bedeutsamer Merkmale und Analyse qualitativer Effekte der Merkmalsausprägungen

Merkmal y^X / ω	Identifikation relevanter Merkmale y^X bzw. ω in Bezug auf die Priorität $P_{overt}(\mathbf{y^X_i})$ bzw. $P_{covert}(\mathbf{y^X_i},\mathbf{y^X_j},\omega)$	Merkmalsausprägungen y^X_i / ω_i	qualitative Effekte der Werte y^X_i / ω_i bedeutsamer Merkmale y^X bzw. ω in Bezug auf die Priorität $P_{overt}(\mathbf{y^X_i})$ bzw. $P_{covert}(\mathbf{y^X_i},\mathbf{y^X_j},\omega)$
Aktivitätstyp a^{Typ}	■■	Arbeiten	■■■■■■
		dienstlich	■■■■■■
		Ausbildung	■■■■■
		Einkaufen	■■■■
		Service	■■■
		Freizeit	■■
		zu Hause	■
Verkehrsmittel w^{Vm}	■■	zu Fuß, Fahrrad	■■■■■
		Zug	■■■■
		Pkw	■■
		Bus, Straßenbahn	■
Aktivitätsdauer a^{Dau}	■	lang	■■■■■
		kurz	■
Wegedauer w^{Dau}	■	lang	■
		kurz	■■■■■
Zeitliche Lage a^{Zeit} im Tagesverlauf im Wochenverlauf	☒	z. B. nachts, vormittags, nachmittags z. B. Werktage, Wochenende	☒
involvierte Personen a^{Pers} , w^{Pers}	☒	z. B. alleine, mit mehreren Personen	☒
Aktivitätsort a^{Ort}	☒	z. B. Arbeitsplatz, zu Hause, usw	☒
Route w^{Route}	☒		☒
Zeitplanungs-operationstyp ω	☒	hinzufügen ändern verwerfen	indifferent

Legende:

■■ starke ■ mittlere ☒ keine oder unbekannte Effekte des Merkmals y^X /ω

■■■■■■ ■■■■■ ■■■ ■■ ■ ▲ Steigerung ▼ Verringerung der Priorität $P_{overt}(\mathbf{y^X_i})$ bzw. $P_{covert}(\mathbf{y^X_i},\mathbf{y^X_j},\omega)$

Effekte der Merkmalswerte y^X_i /ω_i

5.4 Empirische Ausrichtung der Optimal Matching Technik am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten

5.4.1 Untersuchungskonzept

Die vorliegende empirische Untersuchung verfolgt das Ziel, die vorgestellten qualitativen Zusammenhänge zwischen der Priorität $P_{overt}(\mathbf{y^x_i})$ einer overten Handlung Y bzw. dem Stellenwert $P_{covert}(\mathbf{y^x_i},\mathbf{y^x_j},\omega)$ einer Zeitplanungsaktion $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ und Erklärungsgrößen y^X / ω bzw. deren Ausprägungen y^X_i / ω_i in quantitativer Hinsicht zu verdichten: Erforderliche Vorannahmen der Optimal Matching Technik - die Festlegung der Höhe der Transformationsaufwandswerte C_ω - sind für den Zweck der Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens empirisch näherungsweise abzuschätzen (vgl. Abschnitt 4.4.3). Für die Ableitung intervallskalierter Abstände der Wichtigkeit $\Delta P_{overt}(\mathbf{y^x_i},\mathbf{y^x_j})$ von Aktivitäten bzw. Ortsveränderungen Y und der Valenz $\Delta P_{covert}(\mathbf{y^x_i},\mathbf{y^x_j},\omega)$ von Zeitplanungsoperationen $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ stellt Abbildung 5-2 schematisch das Vorgehen dar.

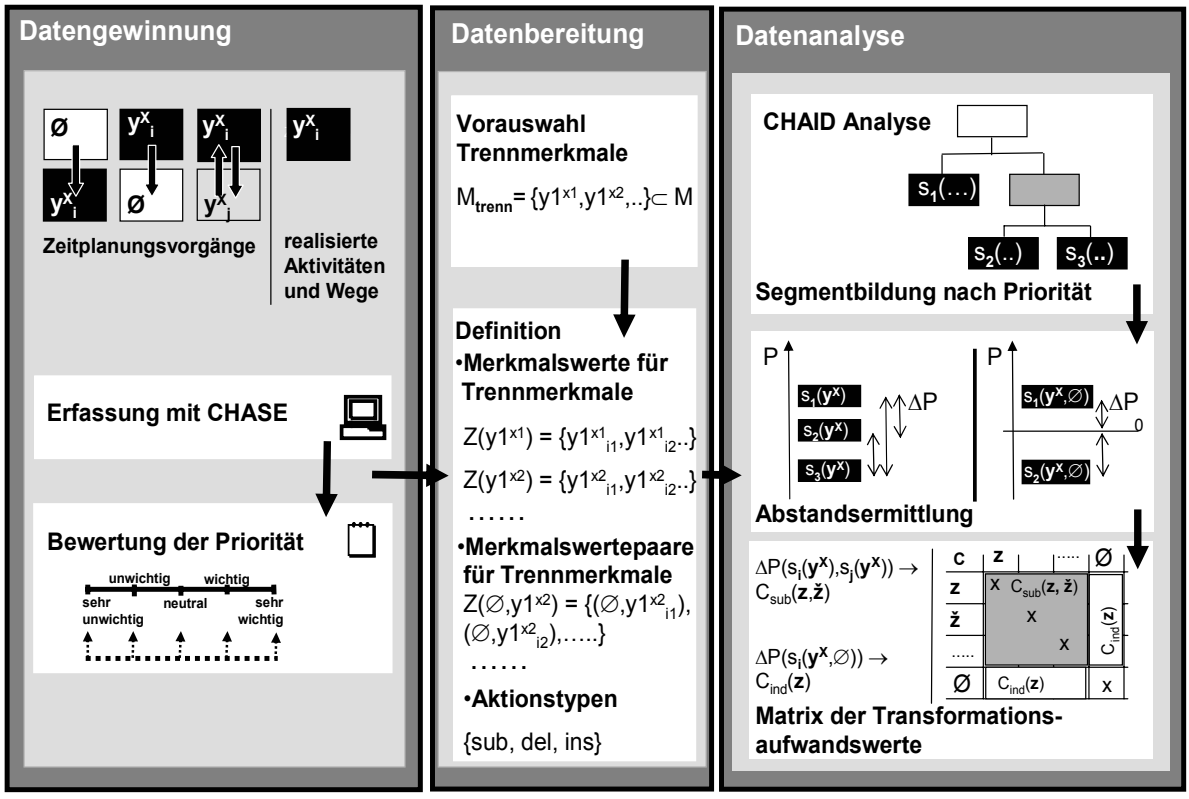


Abbildung 5-2: Untersuchungsstrategie der empirischen Ausrichtung der Optimal Matching Technik [eigene Darstellung]

5.4.2 Datengewinnung

- Randbedingungen der Datengewinnung

Nach *Richardson et al.* [1995] bestehen Wechselbeziehungen zwischen der Qualität von Daten (Methode, Qualitätskontrolle), der Quantität von Daten (Größe der Stichprobe, Zeitdauer der Befragung) und dem zur Verfügung stehenden finanziellen Budget. Die Wahl der

Datengewinnungsmethode orientiert sich im Allgemeinen am Untersuchungsziel unter den vorhandenen Restriktionen. Zu den Randbedingungen der Datengewinnung bezogen auf die vorliegende Arbeit zählen:

- *einerseits* eine hohe Komplexität des Untersuchungsgegenstandes bedingt
  - *erstens* durch den Anspruch neben dem realisierten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auch den Zeitplanungsprozess zu erfassen und
  - *zweitens* sowohl Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ als auch realisierte tätigkeiten- bzw. wegebezogene Handlungen Y zu bewerten, sowie
- *andererseits* fehlende finanzielle Mittel für eine Erhebungsdurchführung.

Vor diesem Hintergrund ist im weiteren Verlauf zu diskutieren, warum bestimmte Datengewinnungsmethoden gewählt wurden und mit welchen Folgen das Fehlen eines Finanzbudgets auf Datenqualität und -menge verbunden ist.

- Erfassung der Zeitplanungsvorgänge mit CHASE

Um sowohl Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ (coverte Handlungen) als auch realisiertes Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten Y (overte Handlungen) zu erfassen und damit den Anforderungen der Untersuchung zu genügen, wird zur Datengewinnung das computergestützte Erhebungsinstrument CHASE in der Basisapplikation[9] eingesetzt. Die Funktionsweise, der Leistungsumfang dieser Erhebungssoftware, die Erläuterung zur Erhebungsdurchführung usw. dokumentieren die Publikation *Doherty et al*. [2000] und *Doherty* [2000]. Das derzeit konkurrenzlose Erhebungswerkzeug für diesen Untersuchungszweck ist kein Produkt auf dem Stand der Anwendung im Bereich der Datengewinnungsmethoden der Verkehrsforschung, sondern muss dem Stand der Forschung zugerechnet werden. Im Kontext der computergestützten Erhebungsformen ("Computer-assisted data collection" (CADAC)) lässt sich CHASE den "Computer-assisted self-interviewing" (CASI) - auch “Computer self-administred questionnaire“ (CSAQ) genannt – Befragungsmedien zuordnen. In Anhang D-I sind die Unterlagen zur Erhebungsdurchführung dokumentiert.

Die Umsetzung der Datengewinnung der eigenen Erhebung orientiert sich im Großen und Ganzen an der Herangehensweise von *Doherty et al.* [2000] unter folgender Maßgabe: Sinnvollerweise wird dann auf die Erfassung von Informationen verzichtet, falls diese für die eigene Untersuchung nicht zielführend ist. Bei den Änderungen in der Erhebungsdurchführung in Abweichung zu *Doherty et al.* [2000] handelt es sich unter anderem um folgende Aspekte:

- *erstens* der Verzicht auf eine räumliche Lokalisierung bzw. Benennung der Aktivitätsorte a^{Ort},
- zweitens die Beschränkung der Erfassung auf die Basisvariablen (Geschlecht, Alter, Erwerbstätigkeit usw.) bei den personen-, haushalts- und wohnstandortbezogenen Merkmalen und
- *drittens* die Nichterfassung des jeweiligen Aktivitätsrepertoires („Haushalts-Aktivitäten-Agenda“) der befragten Personen [vgl. Doherty et al. 2000, Rindsfüser et al. 2000], das alle

[9] Weiterentwicklungen von CHASE betreffen die Verknüpfung mit GIS gestützten Karten (CHASE-GIS) [vgl. Kreitz 2002] und die Erstellung einer Internetversion (React!) [vgl. Lee et al. 2000]

diejenigen Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W einschließt, die in deren Alltagsverhalten eine grundsätzliche Handlungsoption darstellen.

Die Vereinfachungen der Erhebungsdurchführung zielen auf eine Reduktion des ohnehin immensen zeitlichen Erhebungsaufwandes ab (ca. 1,5 bis 3,5 Stunden), um die Akzeptanz der Befragten zu sichern. Zusätzlich wird durch das Nichterfassen der Aktivitätsorte die Option geschaffen, CHASE ohne großen Anpassungsaufwand von räumlichen Grunddaten ortsunabhängig einzusetzen. Genaue Angaben zur Erhebungsdurchführung enthält Anhang D-I.

- Messmodell zur Erfassung von subjektiven Bewertungen von realisierten aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlungen und Zeitplanungsvorgängen

Neben einer detaillierten computergestützten Erfassung des Zeitplanungsprozesses fand zeitgleich zur täglichen Aktualisierung durch entsprechende Einträge in CHASE eine Messung der subjektiven Bewertung realisierter Handlungen Y bzw. Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ in Form einer schriftlichen Befragung statt. Eine erstrebenswerte softwareseitige Integration dieses Fragenkomplexes in das Programm CHASE war aus Kostengründen nicht realisierbar. Von den Teilnehmern war für jeden Vorgang intuitiv zu beurteilen: die Weg-Aktivitäts-Folge WA als Einheit und jeweils Weg W und Aktivität A getrennt (vgl. Abbildung 5-3):

- *Erstens* wurde gefragt, wie die Testpersonen die Wichtigkeit P_{overt} einer bestimmten aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Handlung Y unabhängig von der momentanen Situation - also generell betrachtet - einschätzen. Aus befragungstechnischen Gründen erfolgte die Messung der subjektiven Bewertung im Zeitplanungsstadium, obwohl sich die Frage eigentlich auf bereits realisierte Aktivitäten A bzw. Wege W bezieht. Hierbei spielt u. a. die Aufwandsminimierung bei der Erhebungsdurchführung eine Rolle, um ein zweifaches Eintragen zu vermeiden. Ein möglicherweise entstehender Messfehler wird als tolerierbar erachtet. Zur Begründung: Es ist anzunehmen, dass bei den Befragten entsprechendes subjektives Erfahrungswissen aus vorherigen aktivitäten- bzw. wegebezogenen Handlungen Y identischer bzw. ähnlicher Art vorliegt.
- *Zweitens* war Gegenstand der Abschätzung, welche subjektive Valenz P_{covert} die Untersuchungsteilnehmer einem bestimmten Zeitplanungsvorgang in Abhängigkeit der subjektiven Situation zum Zeitpunkt der Planung zumessen. Die Befragten sollten ihr Werturteil auf den Augenblick der Zeitplanung und nicht auf denjenigen des Logins in CHASE beziehen. Weiter wurden sie darauf hingewiesen, dass sowohl die Art der Zeitplanungsoperation ω als auch die Zustände $\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_{\mathbf{i}}$ der am Zeitplanungsvorgang beteiligten Handlungen Y bei der Wertbildung zu berücksichtigen sind.
- *Drittens* waren von den Probanden ergänzende Angaben zur zurückgelegten Entfernung w^{Entf} bei einem Wechsel des Aktivitätsortes durch subjektive Abschätzung vorzunehmen.

Zur Messung der subjektiven Bewertung der Wichtigkeit P_{overt} von ausgeübten aktivitäten- bzw. orts-veränderungsbezogenen Handlungen Y sowie die Priorität P_{covert} von Zeitplanungsoperationen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ wurde als Befragungstechnik das Rating-Verfahren[10] - eine praxisübliche

[10] Der Einsatz von Rating-Verfahren ist in der sozialwissenschaftlichen Forschung nicht unumstritten [vgl. Rohwer et al. 2000]. Dennoch zählt es dort zu dem meist verwendeten Verfahren [vgl. Bortz et al. 2002].

Intensitätsabfrage - eingesetzt. Den Untersuchungsteilnehmern stand eine entsprechende Rating-Skala zur Verfügung, auf der sie sich für eine der festgelegten Merkmalsausprägungen durch intuitives Beurteilen entscheiden mussten.

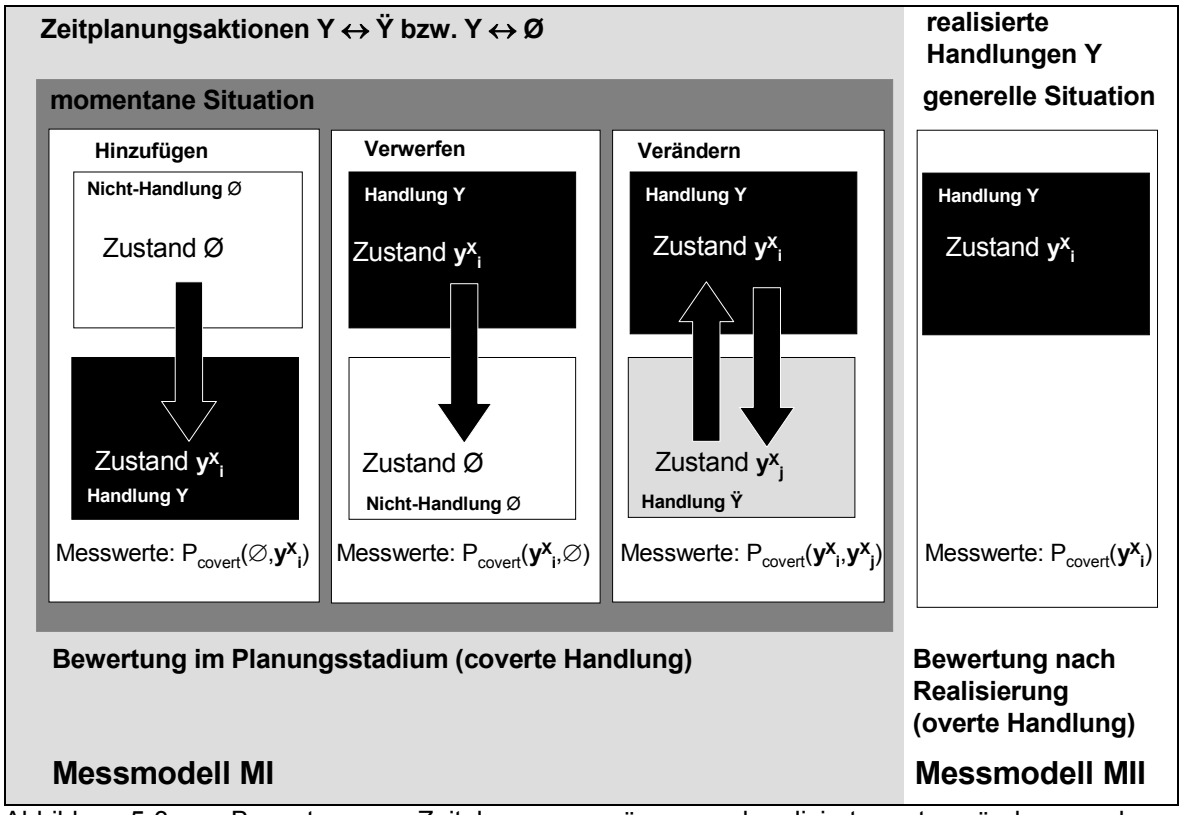


Abbildung 5-3: Bewertung von Zeitplanungsvorgängen und realisierten ortsveränderungs- bzw. aktivitätenbezogenen Handlungen [eigene Darstellung]

Für die Skalenkonstruktion bot sich unter Einbeziehung der Ergebnisse einer hierfür relevanten Methodenstudie von *Stadler* [1985], welche die Beeinflussung der Antwortreaktionen der Befragten durch die Skala untersucht, folgende Lösung an:

- *erstens* eine mittlere Kategorie, welche die Gleichgültigkeit der Befragten in der Bewertung zulässt, trotz des Problems der Zentrierungstendenz vorzusehen,
- *zweitens* die Alternative einer 5-Punkte-Skala vor dem Hintergrund des Zielkonfliktes zwischen einer möglichen Überforderung des Urteilsvermögens der Befragungsteilnehmer und dem notwendigen Differenzierungsangebot zu wählen und
- *drittens* die Skalenpunkte sowohl verbal („sehr wichtig bis sehr unwichtig“) als auch numerisch („-2 bis +2“) zu bezeichnen, da die Mischform folgende Vorteile vereint:
  - *Einerseits* gelingt es durch die Zahlenwerte zu verdeutlichen, dass gleiche Abstände zwischen den Skalenpunkten vorhanden sind und dass damit einhergehend von intervallskalierten Messwerten in der Datenanalyse ausgegangen werden kann.
  - *Andererseits* vereinfacht die verbale Beschreibung die Interpretation der Intensitätsabstufungen.

- Beschreibung der Stichprobe

Für die empirische Analyse stand eine kleine Nettostichprobe von 35 Personen aus 20 Haushalten zur Verfügung (vgl. Anhang D-II). Da die Auswahl der Haushalte und Personen nicht

nach dem Zufallsprinzip erfolgte, sondern willkürlich im Ermessen des Auswählenden vorgenommen wurde, handelt es sich nicht um eine repräsentative Stichprobe. Auswertbar waren bei der eigenen CHASE-Erhebung die aufgezeichneten Tagesabläufe von 32 der ursprünglich 35 befragten Personen über einen Zeitraum von sieben Tagen. Die Erhebung fand von Dezember 2001 bis März 2002 an unterschiedlichen Orten in der Bundesrepublik Deutschland statt. Tabelle 5-3 fasst tabellarisch eine Auswahl grundlegender Beschreibungsgrößen der Stichprobe zusammen und verdeutlicht dadurch die Verzerrungen der Stichprobenwerte gegenüber denjenigen der Gesamtbevölkerung. Daraus ist ersichtlich: Es liegt eindeutig keine bevölkerungsrepräsentative Untersuchung vor.

Tabelle 5-3: Vergleich Stichprobe und Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland in Bezug auf die Ausprägungen ausgewählter Personenmerkmale

Merkmal k	Merkmalskategorien k_j	Struktur der Untersuchungsteilnehmer der eigenen Befragung mit CHASE (2001/2002)(1) [in %]	Struktur der Gesamtbevölkerung der Bundesrepublik Deutschland (2001) (2) [in %]
Alter nach Altersgruppen von .... bis unter ... Jahren	unter 6	0,0	5,7
	6 - 15	5,7	9,8
	15 - 25	14,3	11,3
	25 - 45	65,7	30,7
	45 - 65	8,6	25,9
	65 und mehr	5,7	16,7
Geschlecht	Weiblich	42,9	48,9
	Männlich	57,1	51,1

Daten: (1) eigene Befragung, (2) D-STATIS (http://www.destatis.de)

- Diskussion zur Güte der Messungen

Zur Überprüfung der Qualität des empirischen Messens gibt es Kriterien, anhand derer Aussagen getroffen werden können, inwieweit die Realität adäquat erfasst wird. Die grundsätzliche Zielstellung eines Messvorgangs lautet dabei: Daten sind möglicht objektiv, zuverlässig, gültig und repräsentativ zu gewinnen [Schnell et al. 1992, Diekmann 2001]. Tabelle 5-4 fasst die Diskussion über die Güte der einzelnen Messvorgänge anhand der Kriterien zusammen. Zwischen den Güteparametern liegt keine Gleichwertigkeit vor, sondern die Validität ist wichtiger einzustufen als die Reliabilität und diese wiederum übertrifft die Objektivität [u. a. Diekmann 2001]. Es lässt sich abschließend konstatieren: Die üblicherweise gestellten Anforderungen an die Datenqualität sind vielfach gar nicht oder nur vage eingehalten. Daher sind die erzielten Resultate der Messungen [M I] und [M II] eher im Sinne einer Abschätzung zu sehen, was jedoch für eine empirische Ausrichtung der Optimal Matching Technik als ausreichend erachtet wird. Allgemein gültige, auf andere Sachverhalte übertragbare Erkenntnisse lassen sich daraus aber nicht ableiten.

Tabelle 5-4: Einschätzung zur Güte der Messungen

	Erfassung des Zeitplanungsprozesses	**[M I]: subjektive Bewertung realisierter Handlungen** **Y:** $P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_{i})$	**[M II]: subjektive Bewertung von Zeitplanungsvorgängen** $Y \leftrightarrow \hat{Y}$: $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\mathbf{y}^{\hat{X}}_{j},\omega)$
Objektivität	**Durchführungs- und Auswertungsobjektivität**		
	- unbeeinflusster Erhebungsablauf ohne Anwesenheit eines Interviewers(1) - vollständige Vermeidung falschen Kodierens durch direkte Erfassung(1)	- unbeeinflusster Erhebungsablauf ohne Anwesenheit eines Interviewers(2) - Vermeidung falschen Kodierens durch sorgfältige Eingabe und Überprüfung(2)	- unbeeinflusster Erhebungsablauf ohne Anwesenheit eines Interviewers(2) - Vermeidung falschen Kodierens durch sorgfältige Eingabe und Überprüfung(2)
	☑	☑	☑
Repräsentativität	**Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Gesamtbevölkerung**		
	- generelle Beschränkung der Ansprechbarkeit auf Computernutzer mit entsprechenden Kenntnissen und Fertigkeiten(4) - Verzicht auf Zufallsauswahlverfahren führt zu Nicht-Repräsentativität(3)	- Verzicht auf Zufallsauswahlverfahren führt zu Nicht-Repräsentativität(3)	- Verzicht auf Zufallsauswahlverfahren führt zu Nicht-Repräsentativität(3)
	☒	☒	☒
Reliabilität	**Berichtsgenauigkeit (Falschangaben der Teilnehmer infolge unreflektierter zufälliger Angaben durch Ermüdungseffekte, fehlende Motivation usw.)**		
	- Verminderung des Berichtsumfangs(6) (z. B. Aktivitätenzahl usw.) im Wochenverlauf ist folgenlos hinsichtlich der Untersuchungsintension	- Abnahme der Berichtsgenauigkeit(6) im Wochenverlauf ist als kritisch einzustufen	- Abnahme der Berichtsgenauigkeit(6) im Wochenverlauf ist als kritisch einzustufen
	☑	☒	☒
Validität	**Realitätsnähe der Messwerte hinsichtlich dem Untersuchungszweck (Verzerrungen der Ergebnisse infolge subjektive Auffassungsspielräume, Überforderung usw.)**		
	- Verbesserung der Realitätsnähe durch Berücksichtigung der Spezifika des individuellen Zeitplanungsprozesses statt retrospektiv chronologischer Erfassung realisierter Wege (z. B. KONTIV-Design) (Befragungskonzept) - Erleichterung der Eingabe und Vermeidung unabsichtlicher Falschangaben durch Benutzerführungen, Filterfunktionen, interaktiver Fehlerkorrektur usw. bei CSAQ-Befragung(5) (Befragungsmedium)	- Überforderung der Befragten ist möglich: × Bei der Bewertung der generellen Wichtigkeit P_{overt} einer Handlung Y („Loslösen von der aktuellen Situation“) ist eine hochkomplexe, abstrakte Abgrenzung zwischen zu berücksichtigenden und auszuschließenden Einflussfaktoren nötig (Vorgabe Messmodell M II)	- Überforderung der Befragten ist wahrscheinlich: × *Erstens* ist bei der Bewertung der situativen Wichtigkeit P_{covert} einer Handlung $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ eine hochkomplexe, abstrakte Abgrenzung zwischen zu berücksichtigenden und auszuschließenden Einflussfaktoren nötig. × Und *zweitens* sind sowohl zwei Handlungsalternativen Y charakterisiert durch die Zustände $\mathbf{y}^{X}_{i}$, $\mathbf{y}^{X}_{j}$ oder $\varnothing$ als auch die Art ω_i der Zeitplanungsaktion ω zu beachten (Vorgabe Messmodell M I)
	☑	⊡	☒
Legende:	☑ **akzeptabel**	⊡ **ungewiss**	☒ **unzureichend**

Quelle: (1) Theobald [2000], (2) Diekmann [2001], (3) Schnell et al. [1992], (4) Bandilla et al. [1998], (5) Ettema [1996], Kalfs et al. [1997] und Arentze et al. [2000], (6) Kunert [1992] und Zumkeller et al. [1994]

5.4.3 Datenbearbeitung

Im Anschluss an die Datengewinnung folgt die Datenbearbeitung, deren wesentlicher Schritt neben der Plausibilitätskontrolle und der gegebenenfalls notwendigen Fehlerkorrektur die Datenaufbereitung ist. Diesem letztgenannten Teilschritt fällt die Aufgabe zu, Datenfiles für die spätere CHAID-Analyse mit der Statistiksoftware ANSWER TREE (SPSS) zu erzeugen und die Struktur der Beschreibungsgrößen y^X und deren Ausprägungen y^X_i festzulegen.

- Randbedingungen der Datenbearbeitung

Die bereits erfolgte Datengewinnung *einerseits* und *andererseits* die Anforderungen der nachfolgenden Datenanalyse (z. B. Vergleichbarkeit mit MOP) sowie weiterer Bearbeitungsschritte der vorliegenden Arbeit (z. B. Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster s usw.) bestimmen die Datenbearbeitung.

- Erstellung der Datenfiles

Zur Durchführung der Datenanalyse wird aufgrund der unterschiedlichen Messmodelle [M I] und [M II] von zwei verschiedenen Datenmatrizen ausgegangen:

- Die Analyse der Bewertung von Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ (Analysemodell [A I]) schließt alle Datensätze ein, die im Rahmen der Datengewinnung mit der Software CHASE aufgenommen worden sind, gleichwohl ob die beabsichtigten Handlungen Y nur geplant oder tatsächlich ausgeführt wurden.
- Hingegen umfasst die zweite Datenmatrix, welche nur die Einträge der tatsächlich realisierten Aktivitäten A bzw. Wege W enthält, eine Teilmenge der Einträge des ersten Datenfiles. Diese bildet die Grundlage für die Analyse der Beurteilung von durchgeführten Handlungen Y (Analysemodell [A II]).

- Struktur der Zustandsräume der Wege-Aktivitätenmuster

Die Sets $\mathbf{y^X_i}$ von Merkmalswerten y^X_i herangezogener Trennmerkmale y^X definieren die Zustandselemente **z** mit $\mathbf{z} \in \mathbf{Z(y^X)}$ der im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit untersuchten Wege-Aktivitätenmuster s. Deren Sequenzform ist in der vorliegenden Arbeit als Intervallreihe (vgl. Abschnitt 6.1.1) definiert, ohne hier näher darauf einzugehen.

- Auswahl potenzieller Trennvariablen

a) Grobstruktur der Zustandsräume (handlungstypspezifisch)

Zur Festlegung der Grundstruktur der Wege-Aktivitätenmuster s existieren zwei Alternativen der Definition von Zustandselementen **z**: die Weg-Aktivitäts-Folge WA als Einheit auf der *einen Seite* und die Ortsveränderung W bzw. Tätigkeit A als getrennte Teile auf der *anderen Seite* (vgl. Tabelle 5-5).

b) Feinstruktur der Zustandsräume (merkmalsspezifisch)

Um die abhängige Variable - die Wichtigkeit P_{covert} von Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ sowie die Priorität P_{overt} von realisierten Handlungen Y- anhand von unabhängigen Merkmalen y^X

zu erklären, wird von einer vereinfachten Sichtweise ausgegangen, wie bereits in Abschnitt 5.2 diskutiert:

- *Erstens* schließt die Datenanalyse lediglich statische („vertikale“) Merkmale y^{XV} von Aktivitäten A bzw. Wegen W als erklärende Variablen ein.
- *Zweitens* schränken, wie aus Tabelle 5-5 hervorgeht, die im weiteren Verlauf der Arbeit verwendeten Daten des MOP die Auswahl heranzuziehender Erklärungsgrößen y^{X} ein.
- *Drittens* impliziert außerdem die gewählte Sequenzform der Intervallreihe bereits Merkmale der zeitlichen Facette - die Dauer y^{Dau} und die zeitliche Lage y^{Zeit} von wege- bzw. aktivitätsbezogenen Handlungen Y -, so dass diese nicht als Trennmerkmale y^{X} infrage kommen.
- *Viertens* sind anhand der gewonnenen Erkenntnisse der Literaturauswertung (vgl. Abschnitt 5.3) Merkmale y^{X} ableitbar, die offenkundig geringe oder keine entsprechenden Effekte zeigen. Daraus folgt: Auf eine Berücksichtigung jener kann in den Analysemodellen verzichtet werden.

Tabelle 5:5: Eingrenzung und Auswahl potenzieller Merkmale zur Erklärung der Priorität coverter bzw. overter Handlungen

	Betrachtungseinheit			Eingrenzung der Auswahl potenzieller Trennmerkmale			
	Aktivität A	Weg W	Weg-Aktivitäts-Folge WA	Ausschlussgründe			
				Merkmale der Referenzdaten des Mobilitätspanels	Merkmale mit Effekten Literaraturanalyse	Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster als Intervallreihe	verbleibende Merkmale der Analysemodelle (AI und AII)
Facette	Merkmal						
sachlich	Aktivitätstyp a^{Typ}		Aktivitätstyp a^{Typ}	☑	☑	☑	☑
		Fortbewegungs-art w^{Vm}	Fortbewegungs-art w^{Vm}	☑	☑	☑	☑
zeitlich	Beginn, Ende a^{Zeit}	Beginn, Ende w^{Zeit}	Beginn, Ende wa^{Zeit}	☑	☒	(☑)	(☑)
	Aktivitätsdauer a^{Dau}	Wegdauer w^{Dau}	Gesamtdauer wa^{Dau}	☑	☑	(☑)	(☑)
räumlich	Aktivitätsort a^{Ort}		Aktivitätsort a^{Ort}	☑	☒	☒	☒
sozial	involvierte Personen a^{Pers}	involvierte Personen w^{Pers}	involvierte Personen wa^{Pers}	☒	☒	☒	☒
Legende	☑ Merkmal vorhanden		☒ Merkmal fehlend				

Es verbleiben als Ergebnis eines Filterprozesses somit als Beschreibungsgrößen y^{X} ausschließlich die Merkmale Aktivitätstyp a^{Typ} und Fortbewegungsart w^{Vm} (vgl. Tabelle 5-5).

- Festlegung der Merkmalskategorien

Die Definition der Kategorien y^X_i potenzieller Trennmerkmale y^X orientiert sich mit dem Ziel einer Angleichung an den Vorgaben der Referenzdaten des MOP, auf dessen Datenfundus im weiteren Verlauf der Arbeit zurückgegriffen wird. Entsprechend werden die teilweise sehr differenzierten Angaben y^X_i, die aus der CHASE-Befragung stammen, zu gröberen Merkmalskategorien[11] $s_l(y^X)$ durch Rekodieren zusammengefasst. Darüber hinausgehend erfolgt bei einigen Variablen eine Verschmelzung der Merkmalsausprägungen y^X_i vorab zu noch gröberen Einheiten $s_l(y^X)$, welche die Auflösung der Merkmale y^X des MOP unterschreiten. Die Notwendigkeit besteht dann, wenn bei Einzelkategorien y^X_i wenige Nennungen auftreten oder ein inhaltlicher Grund für eine entsprechende Differenzierung fehlt.

Die folgende Übersicht (vgl. Tabelle 5-6) enthält die Zielgrößen P_{overt} bzw. P_{covert} und die potenziellen Merkmale y^X bzw. ω mit den jeweiligen Merkmalskategorien y^X_i bzw. ω_i die im Rahmen des Analyseprozesses der Segmentbildung berücksichtigt werden.

Tabelle 5-6: Zielgrößen und potenzielle Trennmerkmale mit den jeweiligen Ausprägungen

Zielgröße	**Merkmalsabstufungen**
Priorität realisierte Handlung Y $P_{overt}(\mathbf{y^X_i})$ Priorität Zeitplanungsvorgang $Y \leftrightarrow \hat{Y}$, $\varnothing \leftrightarrow Y$ $P_{covert}(\mathbf{y^X_i}, \mathbf{y^X_j})$, $P_{covert}(\mathbf{y^X_i}, \varnothing)$, $P_{covert}(\varnothing, \mathbf{y^X_j})$ bzw.$P_{covert}(\omega)$	sehr wichtig (+2) wichtig (+1) mittel (0) weniger wichtig (-1) unwichtig (-2)
Trennmerkmal ω	**Merkmalsausprägungen** ω_i
Zeitplanungsoperationstyp ω	hinzufügen (ins) verwerfen (del) modifizieren (sub)
Trennmerkmale y^X	**Merkmalsausprägungen** y^X_i
Aktivitätstyp a^{Typ}	Arbeiten / dienstlich Bildung Einkaufen / Service Freizeit Zu Hause
Verkehrsmittel w^{Vm}	zu Fuß Fahrrad MIV-Selbstfahrer MIV-Mitfahrer ÖV-Nutzung

[11] *Erstens* findet im Gegensatz zum Mobilitätspanel (MOP) keine Unterteilung der Heimwege in unterschiedliche Wegezweckkategorien w^{Typ}_i in Abhängigkeit des Tätigkeitstyps a^{Typ} der vorherigen Aktivität statt, sondern jene werden mit dem Merkmalswert w^{Typ}_i „nach Hause“ bezeichnet.

- *Zweitens* werden beim Merkmal Aktivitätstyp a^{Typ}_i im Sinne inhaltlicher Erwägungen die Ausprägungen „Service“ und „Einkaufen“ sowie „dienstlich“ und „Arbeiten“ wegen der geringen Häufigkeiten der jeweils erstgenannten Kategorien vereint.
- *Drittens* subsummiert bei den Fortbewegungsarten w^{Vm} die Kategorie „Öffentlicher Verkehr“ die Verkehrsmittel Bus, Straßenbahn, U-Bahn, S-Bahn, Zug, Flugzeug usw. Zusätzlich schließt die genannte Oberkategorie die Ausprägung „sonstige“ wegen des geringen Häufigkeitswertes ein. Weiterhin bilden die Kategorien „Pkw-Fahrer“ und „motorisiertes

5.4.4 Datenanalyse

- Ziel der Datenanalyse

Die Bildung homogener Segmente $s_i(\mathbf{y}^X)$ realisierter aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen Y, die sich im Hinblick auf die gemessene Zielgröße der Priorität P_{overt} signifikant unterscheiden, steht im Mittelpunkt der statistischen Auswertung (Analysemodell [A I]). Der gleiche Anspruch besteht bei der Klassifikation von Zeitplanungsvorgängen $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ anhand der Wichtigkeit P_{covert} (Analysemodell [A II]). Daraus abgeleitete Prioritätsabstände ΔP_{covert} bzw. ΔP_{overt} stehen für die Höhe der Transformationsaufwandswerte C_ω der Optimal Matching Technik.

- Randbedingungen der Datenanalyse

Zu beachten sind vorweg folgende Randbedingungen, welche die Auswertestrategie maßgeblich beeinflussen bzw. deren Spielräume einengen:

1. Anforderungen der Optimal Matching Technik

   Die Art und Weise der Festlegung von Aufwandsparametern C_ω in Abhängigkeit der Transformationsoperationen darf nicht zu einer Verletzung der Symmetriebedingung metrischer Distanzmaße führen (vgl. Abschnitt 4.1). Das bedeutet:

   - *Erstens* setzt diese Beschränkung eine identische Wertigkeit P_{covert} gegenläufiger Zeitplanungsaktionen voraus, gleichwohl ob eine bestimmte Handlung Y gelöscht oder hinzugefügt wird.
   - *Zweitens* erfordert diese eine Gleichheit der Priorität P_{covert} bei der Zeitplanungsoperation Ersetzen unabhängig von der Richtung beim Übergang zwischen Zuständen $\mathbf{y}^X_i$ bzw. $\mathbf{y}^X_j$. Zur Überprüfung dieser Anforderung reicht die Zahl der beobachteten Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ der Modifikation nicht aus.

2. Anforderungen der Datenquantität

   Die Anzahl beobachteter realisierter Handlungen Y sowie Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ begrenzen die Auswertungsmöglichkeiten der Datenanalyse:

   - Infolge einer zu geringen Zahl erfasster Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ der Modifikation ergeben sich bei der vorliegenden Untersuchung teilweise wenige bzw. überhaupt keine Nennungen bei vielen Merkmalswertenpaaren (y^X_i, y^X_j) relevanter Beschreibungsgrößen y^X. Besonders trifft dies auf die selten veränderten Merkmale des Aktivitätstyps a^{Typ} sowie des Verkehrsmittels w^{Vm} zu.
   - Ausreichend ist dagegen der Stichprobenumfang der Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \varnothing$ bei Einfüge- und Verwerfenaktionen - den Übergängen zwischen den Zuständen $\varnothing$ („ungeplante Zeit“) und $\mathbf{y}^X_i$.

3. Anforderungen der Datenqualität

   Je nachdem auf welches der beiden Messmodelle zurückgegriffen wird, unterscheidet sich die Güte der Daten.

Zweirad“ eine gemeinsame Merkmalskategorie „MIV-Fahrer“. Diese Kategorie umfasst auch die Beifahrer des motorisierten Zweirades.

- *Einerseits* schneidet dabei die Bewertung der Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ (Messmodell [M I]) gegenüber den realisierten Handlungen Y (Messmodell [M II]) schlechter ab (vgl. Abschnitt 5.4.2).
- *Andererseits* berücksichtigt nur Messmodell [MI] die Bewertung des Zustandes $\varnothing$ („ungeplante Zeit") implizit.

- Strategie der Datenanalyse

Die Vorgehensweise der Datenanalyse bestimmen die oben genannten Zielsetzungen bzw. Randbedingungen.

1. Der Nachweis der Effekte des Zeitplanungsoperationstyps ω auf die Priorität P_{covert} von Zeitplanungsaktionen bedingt ein Vorgehen auf der Basis beobachteter Vorgänge.
   - Zeigt die Art der Aktion ω keine signifikanten Trennwirkungen, kann im weiteren Verlauf der Datenauswertung ausschließlich von einer Abhängigkeit der Wichtigkeit $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\mathbf{y}^{X}_{j},\omega)$ von den am Übergangsprozess beteiligten aktivitäten- bzw. wegebezogenen Zuständen $\mathbf{y}^{X}_{i}$ bzw. $\mathbf{y}^{X}_{j}$ ausgegangen werden. Entsprechend lassen sich die Datensätze nach dem Operationstyp ω trennen oder in beliebigen Konstellationen der unterschiedlichen Arten ω_i zusammenführen.
   - Sind hingegen Effekte des Aktionstyps ω nachweisbar, widerspricht dies den erläuterten Anforderungen der Optimal Matching Technik.

2. Basis für die Ermittlung zustandsabhängiger Aufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ für Indeloperationen bilden entsprechend den Maßgaben die Messwerte $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\varnothing)$ bzw. $P_{covert}(\varnothing,\mathbf{y}^{X}_{i})$ der bewerteten Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \varnothing$ (vgl. Tabelle 5-7).
3. Grundlage zur Bestimmung zustandsabhängiger Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ sind unter Berücksichtigung der Randbedingungen die Messwerte $P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_{i})$ der beurteilten realisierten Handlungen Y (vgl. Tabelle 5-7).

Tabelle 5-7: Begründung der Vorgehensweise zur Ableitung der Transformationsaufwandswerte

Aufwandswertetyp	Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$	Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$
Messmodell	[MI] Bewertung realisierte Handlungen	[MII] Bewertung Zeitplanungsvorgänge
Messgröße	$P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_{i})$	$P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\varnothing)$, $P_{covert}(\varnothing,\mathbf{y}^{X}_{i})$
Datenquantität	☒ unzureichende Fallzahl $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ ☑ ausreichende Fallzahl Y	☑ ausreichende Fallzahl $Y \leftrightarrow \varnothing$
Datenqualität	☑ höhere Güte der Messung ☒ Ausschließung des Zustandes $\varnothing$ („ungeplante Zeit")	☒ niedrigere Güte der Messung ☑ Einbeziehung des Zustandes $\varnothing$ („ungeplante Zeit")

- Methode der Datenanalyse: das CHAID-Verfahren

Zur Datenanalyse kommt ein Klassifikationsverfahren zur Anwendung - die CHAID-Analyse[12]. Deren Ergebnis ist das Klassifizierungssystem eines Entscheidungsbaumes, der sich grafisch wie folgt darstellen lässt: Den Ursprung des Baumes stellt der Stammknoten dar, welcher alle Datensätze der Analyse einbezieht. Ausgehend von diesem verzweigt sich der Baum nach unten

[12]Software: Answer Tree (Hersteller SPSS)

über eine oder mehrere Ebenen - jeweils charakterisiert durch eine Trennvariable y^X - in einzelne Segmentzustände $s_l(\mathbf{y^x})$, deren Fälle sich gegenseitig ausschließen. Diese können als charakteristische Kombinationen der verschmolzenen $s_i(y^X)$ bzw. ursprünglichen Merkmalswerte y^X_i der maßgebenden Trennvariablen y^X beschrieben werden (vgl. Abbildung 5-1) [SPSS 1998, Baltes-Götz 2001].

Das CHAID-Verfahren leitet Entscheidungsregeln zur Klassifizierung auf der Grundlage von statistischen Unabhängigkeitstests ab. Je nach Skalenniveau der abhängigen Variablen greift das Verfahren auf unterschiedliche Parametertests zurück. Im Fall der empirischen Bewertung der Wichtigkeit P_{overt} bzw. P_{covert} mit der Rating-Skala wird angenommen, dass die Daten als intervallskaliert interpretierbar sind. Das heißt: Die Abstände zwischen den Skalenpunkten besitzen die gleiche Größe. Das damit festgelegte Skalenniveau der Zielvariablen impliziert den F-Test als Vorgabe des CHAID-Verfahrens zur Beurteilung der Unterschiedshypothesen [SPSS 1998]. Die Anwendung des statistischen Testverfahrens erfordert das Vorliegen einer Zufallsstichprobe [vgl. Diekmann 2001]. Infolge der willkürlichen Auswahl von Personen erfüllt das Auswahlverfahren der durchgeführten Befragung nicht die genannte Anforderung. Nach *Diekmann* [2001] bieten Signifikanztests dennoch zumindest eine Argumentationshilfe bei der Ergebnisinterpretation. Einen Wertebereich des p-Wertes zur Beurteilung der Signifikanz auf der Basis der Unabhängigkeitstests gibt u. a. *Bortz* [1999] an. Die iterative[13] Berechnungsvorschrift der CHAID-Analyse besteht aus zwei Schritten: die Phase der Gruppierung („Merging-Phase“) zur Verschmelzung von Merkmalswerten $s_i(y^X)$ und die Phase der Aufteilung („Splitting-Phase“) zur Identifikation von Trennmerkmalen y^X. Der Berechnungsvorgang ist ausführlich in *SPSS* [1998] und *Baltes-Götz* [2001] dokumentiert.

5.4.5 Ergebnisse der Datenanalyse

5.4.5.1 Grunddaten der durchgeführten Erhebung

- Kenngrößen des realisierten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Ausgehend von den Daten des erfassten realisierten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens der vorliegenden Befragung sollen grundlegende Kenngrößen im Folgenden kurz dokumentiert, in den Kontext anderer verhaltensbezogener Erhebungen des Personenverkehrs (Vorstudie zur KONTIV 2002, Mobilitätspanel (MOP)) eingeordnet und interpretiert werden (vgl. Tabelle 5-8)

Die Gegenüberstellung der in Tabelle 5-8 aufgeführten Kenngrößen der eigenen Erhebung mit den oben genannten nahezu bevölkerungsrepräsentativen Untersuchungen zum Personenverkehr indiziert mehr (z. B. Außer-Haus-Anteil, Wegehäufigkeit, Verkehrsmittelnutzung) oder weniger (z. B. mittlere Tagesdistanz) große Unterschiede. Über Gründe für die Abweichungen lassen sich nur

[13] Die Prozedur endet im Anwendungsfall dann, wenn eine der folgenden Abbruchregeln erfüllt ist:
- *erstens* das Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Baumstufen (hier: n = 3) oder
- *zweitens* das Unterschreiten einer definierten Mindestanzahl der Fälle in den Segmenten (hier: n= 15) oder

Vermutungen anstellen: die nicht-bevölkerungsrepräsentative Zusammensetzung der Stichprobe, Effekte der Berichtsmüdigkeit im Wochenverlauf, eine nicht-repräsentative (verkehrs-)-infrastrukturell-räumliche Umwelt der ausgewählten Erhebungsorte usw.

Tabelle 5-8: Kenngrößen des Verkehrsverhaltens der eigenen Erhebung im Vergleich zu anderen verhaltensbezogenen Befragungen zum Personenverkehr

Datenfundus (Jahr) Kenngröße	eigene Erhebung - Befragung mit CHASE)[1] (2001/2002)	Mobilitätspanel (MOP)[2] (1998)	Vorstudie KONTIV [3] (2001)
Außer-Haus-Anteil [%]	81,7	91,4	88,9
Anzahl der Wege je mobiler Person am Tag	2,9	3,9	3,7
Entfernung je mobiler Person am Tag [km]	44	43,4	40
Wegedauer je mobiler Person am Tag [min]	70	88,6	-
Verkehrsmittelnutzung (Wege nach Verkehrsmittel [%])			
- k.A. / sonstige	0,2	0,3	3,8
- zu Fuß	36,2	22,1	21,3
- Fahrrad	10,3	7,8	12,9
- motorisierter Individualverkehr	44,2	60,0	51,3
- ÖV-Nutzung	9,1	9,8	10,6

Quelle: (1) eigene Erhebung (2) Chlond et al. 1999, (3) Smid et al. 2002

- Kenngrößen des Zeitplanungsverhaltens

Die Unterscheidung der 878 bewerteten individuellen Zeitplanungsvorgänge $Y \leftrightarrow \hat{Y}$ bzw. $Y \leftrightarrow \varnothing$ nach der Art ω_i der durchgeführten Aktion ω führt zu der in Abbildung 5-4 dargestellten Häufigkeitsverteilung. Die Anteilswerte decken sich weitgehend mit den Ergebnissen einer Untersuchung mit größerer Stichprobe von *Doherty et al.* [2000], was als Indiz für die Eignung der vorliegenden Messung zu werten ist. Insgesamt werden 536 Weg-Aktivitäts-Folgen WA tatsächlich realisiert.

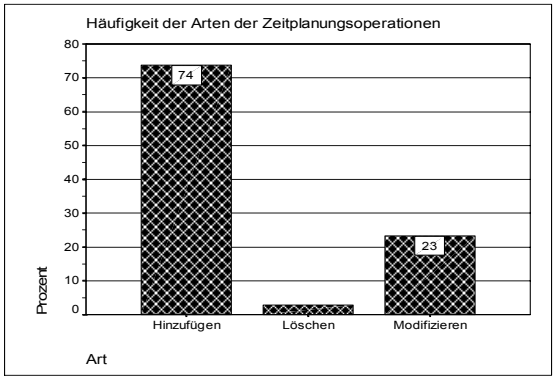


Abbildung 5-4: relative Häufigkeit von Zeitplanungsvorgängen (Anzahl n= 878)

- *drittens* die nicht gegebene Identifizierbarkeit weiterer Trennindikatoren y^X, die den vordefinierten p-Wert (hier: p=0,1) unterschreiten.

- Kenngrößen der Prioritätenbewertung

Tabelle 5-9 enthält die arithmetischen Mittelwerte und Häufigkeitsverteilungen der subjektiven Bewertungen sowohl der Prioritäten $P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_{i})$ realisierter aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen Y als auch der Priorität $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\mathbf{y}^{X}_{j},\omega)$ von Zeitplanungsvorgängen $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ differenziert nach den drei Betrachtungseinheiten Ortsveränderung W, Tätigkeit A und Weg-Aktivitäts-Folge WA.

Tabelle 5-9: Häufigkeitsverteilung und arithmetisches Mittel der subjektiven Bewertung von realisierten Handlungen und Zeitplanungsvorgängen

	relative Häufigkeiten in den Bewertungsstufen [in %]					arithmetischer Mittelwert
	sehr unwichtig	unwichtig	neutral	wichtig	sehr wichtig	
Priorität $P_{overt}(\mathbf{y}^{X}_{i})$ realisierte Handlung Y (Anzahl = 536)						
Weg-Aktivitäts-Folge	12,1	7,8	43,3	19,0	17,7	0,22
Weg	15,9	11,2	33,6	23,3	16,0	0,12
Aktivität	3,5	7,8	15,5	34,3	38,8	0,97
Priorität $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\mathbf{y}^{X}_{j})$, $P_{covert}(\varnothing_{i},\mathbf{y}^{X}_{j})$ oder $P_{covert}(\mathbf{y}^{X}_{i},\varnothing)$ Zeitplanungsvorgang $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ (Anzahl = 878)						
Weg-Aktivitäts-Folge	15,4	10,9	47,7	14,7	11,2	0,04
Weg	18,3	12,2	49,9	10,9	8,7	-0,21
Aktivität	10,3	10,0	25,3	32,1	22,3	0,46

- realisierte Handlungen

  Aus der Analyse der subjektiven Einschätzungen realisierter Handlungen Y auf der Basis des arithmetischen Mittelwertes (vgl. Tabelle 5-9) zeigt sich: Fast alle Durchschnittswerte sind im positiven Bewertungsbereich angesiedelt. Die Ausübung von Tätigkeiten A ist mit der größten Wichtigkeit $P_{overt}(\mathbf{a}^{X}_{i})$ verbunden, während Ortsveränderungen W vergleichsweise niedrigere Prioritäten $P_{overt}(\mathbf{w}^{X}_{i})$ zugemessen werden. Dieser Befund stimmt mit einer fundamentalen Annahme der aktivitätenorientierten Verkehrsforschung überein: Das Zurücklegen von Wegen W ist meist notwendiges Mittel mit dem Zweck der Ausübung von Tätigkeiten A und somit als Aufwand zu verstehen (vgl. Abschnitt 2.1). Entsprechend liegt die Beurteilung der Wertigkeit der Weg-Aktivitäts-Folge $P_{overt}(\mathbf{wa}^{X}_{i})$ zwischen beiden Polen, erstaunlicherweise jedoch näher beim Messwert $P_{overt}(\mathbf{w}^{X}_{i})$ der Ortsveränderung W. Dies führt zum Schluss: Das relative Gewicht des Stellenwertes $P_{overt}(\mathbf{w}^{X}_{i})$ der Handlung Weg W bei der Bewertung einer Weg-Aktivitäts-Folge WA übertrifft die Bedeutung $P_{overt}(\mathbf{a}^{X}_{i})$ der Tätigkeit A weit, was prinzipiell zu hinterfragen ist. Sachlogisch erscheint dies kaum haltbar und ist somit als Indiz für eine problematische Datenqualität zu werten.

  Zwischen den Häufigkeitsverteilungen der Betrachtungseinheiten bestehen folgende Unterschiede: Für Weg-Aktivitäts-Folgen WA und Ortsveränderungen W ist eine Akkumulation der Nennungen der Bewertungen $P_{overt}(\mathbf{wa}^{X}_{i})$ bzw. $P_{overt}(\mathbf{w}^{X}_{i})$ auf die Mittelkategorie („neutral“) erkennbar, die jedoch vergleichsweise zu den Zeitplanungsaktionen $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ weniger stark ausgeprägt ist. Bei der Beurteilung des Stellenwertes $P_{overt}(\mathbf{a}^{X}_{i})$ der Tätigkeiten A ergibt sich eine treppenförmige Verteilung mit dem Höchstwert bei der Stufung „sehr wichtig“.

- Zeitplanungsvorgänge
  Die Mittelwerte der Prioritäten $P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_j,\omega)$ von Zeitplanungsvorgängen $Y\leftrightarrow\hat{Y}$ bzw. $Y\leftrightarrow\varnothing$ liegen auf einem deutlich niedrigeren Beurteilungsniveau. Die Rangordnung der Mittelwerte nach handlungstypspezifischen Betrachtungseinheiten deckt sich mit Bewertung der realisierten Handlungen Y und ist wiederum in sich schlüssig.

  Aus der Betrachtung der Häufigkeitsverteilungen zeichnet sich eine sehr starke Zentrierungstendenz der Antworten mit der Angabe „neutral“ bei den Bewertungen $P_{covert}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_j,\omega)$ von Weg-Aktivitäts-Folgen WA und Ortsveränderungen W ab. Ob es sich bei diesem Ergebnis möglicherweise gar nicht um Bewertungen, sondern um „weiß nicht“ Äußerungen der Befragten handelt, bleibt offen. Zu vermuten ist, dass es sich dabei um einen wesentlichen Grund für den geringeren Level der Bewertungen handelt. Hingegen konzentrieren sich die Nennungen bei der Betrachtungseinheit Aktivität A auf die Kategorien „neutral“ bis „sehr wichtig“ mit einem Maximum bei „wichtig“.

5.4.5.2 Identifikation von Segmentzuständen ähnlicher Priorität - Ableitung der Transformationsaufwandswerte

Gemäß der erläuterten Untersuchungsstrategie der Datenanalyse (vgl. Abschnitt 5.4.1), geht es im nächsten Abschnitt mit Hilfe der Anwendung der CHAID-Analyse um die Identifikation von Trennvariablen ω bzw. y^X zur Segmentbildung mit dem Ziel

- der Überprüfung von Effekten des Zeitplanungsaktionstyps ω (I.),
- der Bestimmung von Aufwandswerten $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ für Substitutionsaktionen (II.) und
- der Bestimmung von Aufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ für Indeloperationen (III).

Der Klassifikationsprozess erfolgt dabei getrennt nach den drei Betrachtungseinheiten Aktivität A, Ortsveränderung W und Weg-Aktivitäts-Folge WA. Die nachfolgend aufgeführten Tabellen (vgl. Tabelle 5-10 bis 5-18) enthalten die Ergebnisse der CHAID-Analyse und zwar Informationen zu den jeweils ermittelten Endknoten bzw. Segmentzuständen (vgl. Abbildung 5-1) des Klassifikationsbaumes. Daraus sind ersichtlich: die Fallzahl, das arithmetische Mittel sowie die Standardabweichung der Prioritäten P_{overt} bzw. der Prioritäten P_{covert} für die jeweiligen Segmente $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$, $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{X}},\varnothing)$ bzw. $s_l(\omega)$. Weiterhin ist für jede Baumstufe durch Angabe des p-Wertes und einer daraus abgeleiteten Bewertung bzw. Einordnung[14] vermerkt, auf welchem Signifikanzniveau die Trennung jener Segmente erfolgt.

I. Überprüfung von Effekten des Zeitplanungsaktionstyps

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen geplanten Aktivitäten

Die Analyse von Unterschieden im Hinblick auf Valenzen $P_{covert}(\omega)$ bei Übergängen zwischen Tätigkeiten $A\leftrightarrow\check{A}$ bzw. $A\leftrightarrow\varnothing$ in Abhängigkeit der Art der Zeitplanungsaktion ω führt zu keinen

[14] Wertebereich zur Bewertung der Signifikanz:
- p<0,05: signifikant (++)
- 0,05 <=p <= 0,1: schwach signifikant (+)
- p>0,1 nicht signifikant (-)

signifikanten Abweichungen zwischen den gebildeten Segmenten $s_l(\omega)$ beim Klassifizierungsprozess mit der CHAID-Analyse (vgl. Tabelle 5-10).

Tabelle 5-10: Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Aktivitäten)

Rang	Baum-stufe	Segmente von Aktionstypen $s_l(\omega)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 878	Priorität $P_{covert}(s_l(\omega))$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-Wert	Standard-abweichung		
1.	1	(hinzufügen, modifizieren)	853	0,47	1,23	0,838	-
	2	(hinzufügen)	648	0,46	1,27	0,530	-
2.	1	(hinzufügen, modifizieren)	853	0,47	1,23	0,838	-
	2	(modifizieren)	205	0,52	1,08	0,530	-
3.	1	(verwerfen)	25	0,20	1,32	0,838	-

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen geplanten Ortsveränderungen

Ebenso gehen keine signifikanten Einflüsse vom Zeitplanungsaktionstyp ω auf die Wichtigkeit $P_{covert}(\omega)$ aus, sofern nur Wechselvorgänge W↔Ŵ bzw. W↔∅ bei Wegen untersucht werden (vgl. Tabelle 5-11).

Tabelle 5-11: Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Ortsveränderungen)

Rang	Baum-stufe	Segmente von Aktionstypen $s_l(\omega)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 878	Priorität $P_{covert}(s_l(\omega))$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-Wert	Standard-abweichung		
1.	1	(verwerfen, modifizieren)	230	-0,11	1,11	0,381	-
	2	(modifizieren)	205	-0,11	1,12	0,957	-
2.	1	(verwerfen, modifizieren)	230	-0,11	1,11	0,381	-
	2	(verwerfen)	25	-0,12	0,93	0,957	-
3.	1	(hinzufügen)	648	-0,24	1,14	0,381	-

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen geplanten Weg-Aktivitäts-Folgen

Handelt es sich bei dem Analysegegenstand um Wechsel WA↔ ŴĂ bzw. WA↔∅ zwischen Weg-Aktivitäts-Folgen WA, erbringt der Versuch einer Segmentbildung $s_l(\omega)$ nach der Art des Zeitplanungsvorgangs ebenfalls kein Nachweis, dass deren Unterschiede bezogen auf die Zielgröße der Priorität $P_{covert}(\omega)$ signifikant sind (vgl. Tabelle 5-12).

Tabelle 5-12: Segmente nach der Art des Zeitplanungsvorgangs (Weg-Aktivitäts-Folgen)

Rang	Baum-stufe	Segmente von Aktionstypen $s_l(\omega)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 878	Priorität $P_{covert}(s_l(\omega))$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-wert	Standard-abweichung		
1.	1	(verwerfen, modifizieren)	229	0,08	1,08	0,119	-
	2	(verwerfen)	25	0,08	0,64	0,971	-
2.	1	(verwerfen, modifizieren)	229	0,08	1,08	0,119	-
	2	(modifizieren)	204	0,09	1,12	0,971	-
3.	1	(hinzufügen)	648	-0,09	1,17	0,119	-

Zusammenfassend lässt sich konstatieren: Unabhängig von der handlungstypspezifischen Betrachtungseinheit zeigt sich, dass von der Art des Zeitplanungsvorgangs ω keine signifikanten Effekte auf die Wichtigkeit $P_{covert}(\omega)$ entsprechender Aktionen ausgeht. Dies ermöglicht im weiteren Verlauf der Datenanalyse eine beliebige Separierung bzw. Zusammenfassung der vorhandenen Datensätze unabhängig von der Art ω_i der Zeitplanungsoperation ω. Das heißt: Um Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ zu ermitteln, können Datensätze der Zeitplanungsaktionen Streichen und Hinzufügen vereint werden und bilden die Analysebasis. Entsprechend verkleinert sich Zahl relevanter Zeitplanungsvorgänge (ohne Modifikationsaktionen) von 878 auf 661 Fälle.

II. Bestimmung von Aufwandswerten für Substitutionsaktionen

- Betrachtungseinheit: realisierte Aktivitäten

Tabelle 5-13 führt für Segmentzustände $s_l(\mathbf{a}^x)$ die Betrachtungseinheit Tätigkeit A an, die hinsichtlich der Bewertung der Wichtigkeit $P_{overt}(\mathbf{a}^x)$ signifikant differieren, sofern nur die Trennvariable Aktivitätstyp a^{Typ} betrachtet wird. Empirisch nachweisen lassen sich hier quantitative Effekte der Merkmalswerte a^{Typ}_i darstellbar als Rangfolge. Es zeigt sich:

- Aktivitäten A, die durch obligatorische Aktivitätskategorien (Ausbildung, Arbeiten / dienstlich) charakterisiert sind, erreichen hohe Stellenwerte $P_{overt}(s_l(\mathbf{a}^X))$.
- Mit beträchtlichem Abstand auf merklich niedrigerem Niveau der Priorität $P_{overt}(s_l(\mathbf{a}^X))$ ordnen sich die disponiblen Tätigkeiten A an.

Das Analyseergebnis stimmt in der Tendenz mit den qualitativen Erkenntnissen der Literaturanalyse (vgl. Abschnitt 5.3.1) überein.

Tabelle 5-13: Segmentzustände des Merkmals Aktivitätstyp

Rang	Baum-Stufe	Segmentzustände $s_l(\mathbf{a}^X)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 536	Priorität $P_{overt}(s_l(\mathbf{a}^X))$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittelwert	Standard-abweichung		
	0	(Aktivität)	536	0,97	1,09		
1	1	(Ausbildung)	29	1,35	0,86	0,024	+
2	1	(Arbeiten / dienstlich)	81	1,24	0,96	0,024	+
3	1	(Freizeit)	104	0,96	1,03	0,024	+
4	1	(zu Hause)	215	0,90	1,13	0,024	+
5	1	(Einkaufen / Service)	107	0,82	1,16	0,024	+

- Betrachtungseinheit: realisierte Ortsveränderungen

Ausgehend von der Betrachtungseinheit Weg W ergibt der Separierungsprozess für die zu überprüfende Trennvariable Fortbewegungsart w^{Vm} die in Tabelle 5-14 dargestellte Rangfolge der Segmente $s_l(\mathbf{w}^X)$. Das Merkmal Verkehrsmitteltyp w^{Vm} erweist sich dabei als hoch signifikant.

- Fahrten mit öffentlichen Verkehrsmitteln messen die Befragten mit großer Differenz zu den anderen Fortbewegungsarten die höchste Valenz $P_{overt}(s_l(\mathbf{w}^X))$ zu.
- Noch im positiven Bereich der Wichtigkeit positioniert folgt das Unterwegssein als MIV-Selbstfahrer und das Zufußgehen, wobei die Wertigkeiten $P_{overt}(s_l(\mathbf{w}^X))$ beider relativ dicht beieinander liegen.

- Am unteren Ende der Hierarchie stehen die Prioritäten $P_{overt}(s_l(\mathbf{w}^x))$ für das Radfahren und das MIV- Mitfahren. Es handelt sich dabei um Einschätzungen im negativen Bewertungsbereich.

Eine Gegenüberstellung dieser Rangfolge mit den Resultaten der Literaturanalyse (vgl. Abschnitt 5.3.1) lässt Diskrepanzen erkennen. Bemerkenswert ist: Die ÖV-Nutzung führt im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer zitierter Arbeiten die Prioritätsrangfolge an, die dort in der Zusammenfassung aller Verkehrsträger des Öffentlichen Verkehrs eher im Mittelfeld der verkehrsmittelspezifischen Prioritätshierarchie angeordnet ist. Über die Gründe dafür können nur Mutmaßungen angestellt werden: „Ausreißereffekte" in den subjektiven Beurteilungen einzelner Verkehrsmittel aufgrund der geringen Anzahl der Probanden mit spezifischen Verkehrsmittelpräferenzen begründen eventuell diesen Gegensatz. Eine überproportionale Zugnutzung im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln des Öffentlichen Verkehrs verbunden mit dem auch generell vorhandenen positiven Stellenwert dieses Verkehrsmittels erklärt vielleicht die hohe Priorität $P_{overt}(s_l(\mathbf{w}^x))$ der übergeordneten Kategorie ÖV-Nutzung.

Tabelle 5-14: Segmentzustände des Merkmals Fortbewegungsart

Rang	Baum-stufe	Segmentzustände $s_l(\mathbf{w}^x)$	Anzahl der Fälle $n_{ges} = 536$	Priorität $P_{overt}(s_l(\mathbf{w}^x))$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittelwert	Standard-abweichung		
	0	(Ortsveränderung)	536	0,12	1,27		
1	1	(ÖV-Nutzung)	49	0,90	1,21	0,0002	++
2	1	(MIV-Selbstfahrer)	187	0,13	1,39	0,0002	++
3	1	(zu Fuß)	194	0,07	1,04	0,0002	++
4	1	(Fahrrad)	55	-0,07	1,35	0,0002	++
5	1	(MIV-Mitfahrer)	50	-0,22	1,36	0,0002	++

- Betrachtungseinheit: realisierte Weg-Aktivitäts-Folgen

Sind Ortsveränderungs-Tätigkeits-Folgen WA Analysegegenstand, so folgt daraus die in Tabelle 5-15 dargestellte Wichtigkeitsrangfolge von entsprechenden Segmentzuständen $s_l(\mathbf{wa}^x)$. Sowohl der Aktivitätstyp a^{Typ} als auch die Art des Verkehrsmittels w^{Vm} erweisen sich als bedeutsame Trennmerkmale y^x. Während die Variable Fortbewegungsart w^{Vm} einen hochsignifikanten Einfluss auf die Typenbildung zeigt, ist die Separationswirkung des Merkmals Aktivitätstyp a^{Typ} nur schwach signifikant ausgeprägt. Innerhalb der Hierarchie sind drei Niveaubereiche erkennbar. Klar ersichtlich ist dabei, dass die Trennung der Segmentzustände $s_l(\mathbf{wa}^x)$ in erster Linie auf Effekte des Merkmals Verkehrsmittel w^{Vm} zurückzuführen ist.

Die Zweckdienlichkeit der Struktur des entstandenen Segmentzustandsraumes $\mathbf{Z}(s_l(\mathbf{wa}^x))$ der erzielten Klassifikation als Basis für die Bildung von Wege-Aktivitätenmustern s ist jedoch anzuzweifeln, da diese inhaltliche Widersprüche aufweist. Wenig konsistent sind beispielsweise Segmentzustände $s_l(\mathbf{wa}^x)$, die sowohl durch disponible als auch obligatorische Aktivitätstypen a^{Typ}_i gekennzeichnet sind.

Tabelle 5-15: Segmentzustände der Merkmale Aktivitätstyp und Verkehrsmitteltyp

Rang	Baum-stufe	Segmentzustände $s_l(\mathbf{wa}^x)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 536	Priorität $P_{overt}(s_l(\mathbf{wa}^x)$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-wert	Standard-abweichung		
	0	(Weg-Aktivitäts-Folge)	536	0,22	1,19		
1	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	185	0,32	1,17	0,103	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV})	22	1,05	1,00	0,000	++
2	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R })	215	0,25	1,19	0,103	0
	2	({zu Hause} X {ÖV})	22	0,91	0,97	0,002	++
3	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	185	0,32	1,17	0,103	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {MIV-S, MIV-M})	85	0,49	1,28	0,000	++
4	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	215	0,25	1,19	0,103	0
	2	({zu Hause} x {MIV-S, MIV-M})	92	0,38	1,38	0,002	++
5	1	({Ausbildung, Einkaufen / Service} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	136	0,04	1,20	0,103	0
6	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	215	0,25	1,19	0,103	0
	2	({zu Hause} x {F, R})	101	-0,01	0,96	0,002	++
7	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R})	185	0,32	1,17	0,103	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {F, R})	78	-0,06	0,94	0,000	++

III. Bestimmung von Aufwandswerte C_{ind} ($\mathbf{z}$) für Indeloperationen

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen Aktivitäten und ungeplanter Zeit

Die Rangfolge von Wichtigkeiten $P_{covert}(s_l(\mathbf{a}^x),\varnothing)$ unterschiedlicher Segmente der Aktionen Streichen oder Hinzufügen für das Merkmal Aktivitätstyp a^{Typ} zeigt Tabelle 5-16. Auch hier ist ablesbar:

- Die Prioritäten $P_{covert}(s_l(\mathbf{a}^x),\varnothing)$ bei den genannten Zeitplanungsaktionen sind dann besonders hoch, wenn obligatorische Tätigkeitsarten a^{Typ}_i wie Ausbildung, Arbeiten usw. betroffen sind.
- Umgekehrt ergeben sich bei den disponiblen Aktivitätstypen a^{Typ}_i - deutlich von den obligatorischen Aktivitätstypen abgesetzt - geringere Werte $P_{covert}(s_l(\mathbf{a}^x),\varnothing)$.

Tendenziell deckt sich die vorliegende Hierarchie sowohl mit den bisherigen Resultaten realisierter Aktivitäten (vgl. Tabelle 5-16) als auch den Befunden der Literaturanalyse.

Tabelle 5-16: Segmentzustände des Merkmals Aktivitätstyp

Rang	Baum-Stufe	Segmentzustände $(s_l(\mathbf{a}^x),\varnothing)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 674	Priorität $P_{covert}(s_l(\mathbf{a}^x),\varnothing)$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-wert	Standard-abweichung		
	0	(Aktivität,∅)	674	0,48	1,27		
1	1	(Ausbildung, ∅)	47	0,85	1,22	0,000	++
2	1	(Arbeiten / dienstlich, ∅)	94	0,85	1,16	0,000	++
3	1	(Freizeit, ∅)	144	0,47	1,28	0,000	++
4	1	(Einkaufen / Service, ∅)	144	0,37	1,25	0,000	++
5	1	(zu Hause, ∅)	245	0,25	1,27	0,000	++

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen Ortsveränderungen und ungeplanter Zeit

Dargestellt in Tabelle 5-17 sind Endknoten unterschiedlicher Prioritäten $P_{covert}(s_l(\mathbf{w}^x),\varnothing)$: Nachstehende Rangfolge enthält Segmente $(s_l(\mathbf{w}^x),\varnothing)$ von Zeitplanungsvorgängen, die durch Ausprägungen $w^{Vm}{}_i$ der Trennvariablen Fortbewegungsart w^{Vm} gekennzeichnet sind.

- Das Hinzufügen oder Streichen von Ortsveränderungen W mit dem Öffentlichen Verkehr erreicht deutlich abgesetzt die höchste Wichtigkeit $P_{covert}(s_l(\mathbf{w}^x),\varnothing)$
- Im Vergleich dazu liegen die Prioritäten $P_{covert}(s_l(\mathbf{w}^x),\varnothing)$ der nicht-motorisierten Verkehrsmittel im mittleren Bereich der Hierarchie, wobei die Fahrradnutzung noch stärker als das Unterwegssein zu Fuß nach unten abfällt.
- Am unteren Ende der Rangfolge ordnen sich die Segmente $(s_l(\mathbf{w}^x),\varnothing)$ der MIV-Nutzung an, wobei das MIV-Selbstfahren und das MIV-Mitfahren nur geringfügig voneinander abweichen.

Im Vergleich mit der Prioritätshierarchie realisierter Ortsveränderungen (vgl. Tabelle 5-17) sind nicht deutbare Unterschiede zwischen beiden Rangfolgen erkennbar, wobei insbesondere der Rang des MIV-Selbstfahrens differiert. Ebenso stimmt die vorliegende Hierarchie nicht mit den Ergebnissen der Literaturauswertung überein.

Tabelle 5-17: Segmentzustände des Merkmals Verkehrsmittels

Rang	Baum-stufe	Segmentzustände $(s_l(\mathbf{w}^x), \varnothing)$	Anzahl der Fälle n_{ges} = 661	Priorität $P_{covert}(s_l(\mathbf{w}^x), \varnothing)$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-wert	Standard-abweichung		
	0	(Ortsveränderungen, ∅)	661	-0,24	1,13		
1	1	(ÖV-Nutzung, ∅)	54	0,43	1,18	0,000	++
5	1	(zu Fuß, ∅)	268	-0,21	0,95	0,000	++
4	1	(Fahrrad, ∅)	57	-0,30	1,30	0,000	++
3	1	(MIV-Selbstfahrer, ∅)	225	-0,39	1,19	0,000	++
2	1	(MIV-Mitfahrer, ∅)	57	-0,40	1,27	0,000	++

- Betrachtungseinheit: Übergänge zwischen Weg-Aktivitäts-Folgen und ungeplanter Zeit

Die Trennung in Segmente ähnlicher Priorität $P_{covert}(s_l(\mathbf{aw}^x),\varnothing)$ für ∅ („ungeplante Zeit“) und durch Ausprägungen der Merkmale Tätigkeitstyp a^{Typ} und Verkehrsmitteltyp w^{Vm} gekennzeichnete Zustände $\mathbf{wa}^x$ zeigt Tabelle 5-18. Der Klassifizierungsprozess mit der CHAID-Analyse verläuft gezielt ab: Das Zustandekommen eines identischen Segmentzustandsraumes $\mathbf{Z}(s_l(\mathbf{wa}^x))$ analog zu demjenigen im Falle der realisierten Weg-Aktivitäts-Folgen WA bestimmt die Vorgehensweise. Ziel ist eine konsistente Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster s. Das bedeutet: Die bereits dargelegten Vorbehalte hinsichtlich der inhaltlichen Schlüssigkeit der Segmentzustände $s_l(\mathbf{wa}^x)$ treffen auch hier zu.

Aus der Gegenüberstellung der Signifikanzwerte der beiden herangezogenen Trennmerkmale wird deutlich: Bei der Variablen Verkehrsmitteltyp w^{Vm} ist ein signifikanter Separationseffekt erkennbar. Hingegen erweist sich die Variable Aktivitätstyp a^{Typ} als nicht signifikant diskriminierend. Aufgrund der notwendigen Angleichung der Struktur der Segmentzustände muss dies inkauf genommen werden, zumal der p-Wert an der Grenze zum schwach signifikanten

Bereich liegt. In der Rangfolge der Segmentzustande $s_l(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}},\varnothing)$ nach den Mittelwerten der Prioritäten $P_{covert}(s_l(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}}),\varnothing)$ bestehen zwischen diesen relativ große Unterschiede, ohne dass sich Niveaubereiche abzeichnen. Einige Abweichungen in der hierarchischen Anordnung gegenüber den Segmentzuständen $s_l(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}})$ realisierter Wege-Aktivitäts-Folgen WA sind feststellbar, für die keine Erklärung zur Verfügung steht.

Tabelle 5-18: Segmentzustande der Merkmale Aktivitätstyp und Verkehrsmittel

Rang	Baum-stufe	Segmentzustände ($s_l(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}}),\varnothing$)	Anzahl der Fälle n_{ges} = 670	Priorität $P_{covert}(s_l(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}}),\varnothing)$		p-Wert	Bewertung Signifikanz
				Mittel-wert	Standard-abweichung		
	0	(Weg-Aktivitäts-Folge,∅)	670	0,09	1,15		
1	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x { ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}, ∅)	238	0,03	1,18	0,119	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV}, ∅)	19	0,79	1,18	0,027	+
2	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R},∅)	245	0,17	1,15	0,119	0
	2	({zu Hause} x {ÖV}, ∅)	28	0,36	1,16	0,040	+
3	1	({Ausbildung, Einkaufen / Service} x { ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}, ∅)	191	0,14	1,22	0,119	0
4	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}, ∅)	238	0,03	1,18	0,119	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer}, ∅)	107	0,03	1,34	0,027	+
5	1	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x { ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}, ∅)	238	0,03	1,18	0,119	0
	2	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {zu Fuß, Fahrrad}, ∅)	107	-0,09	0,98	0,027	+
6	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R},∅)	245	-0,17	1,15	0,119	0
	2	({zu Hause} x {zu Fuß, Fahrrad}, ∅)	114	-0,15	1,06	0,040	+
7	1	({zu Hause} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}, ∅)	245	-0,17	1,15	0,119	0
	2	({zu Hause} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer}, ∅)	99	-0,33	1,23	0,040	+

5.4.6 Ermittlung zustandsabhängiger Transformationsaufwandswerte der Optimal Matching Technik

Die durch den Klassifizierungsprozess der CHAID-Analyse ermittelten quantitativen Hierarchien von Segmentzuständen $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ realisierter Handlungen Y nach der Priorität P_{overt} bzw. Segmentzuständen $(s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}),\varnothing)$ von Zeitplanungsvorgängen $Y\leftrightarrow\varnothing$ nach der Priorität P_{covert} bilden per Analogieschluss im Sinne einer unmittelbaren Zeigergröße die Grundlage für die inhaltliche Ausrichtung der Optimal Matching Technik am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten.

Je nach Art der Transformationsaktion Ersetzen (sub) oder Hinzufügen-Verwerfen (ind) geht die Erstellung der Aufwandswertematrizen unterschiedlich vonstatten (vgl. Abbildung 5-5)

- *Erstens* werden Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ für alle Übergänge zwischen Segmentzuständen $s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ bzw. $s_j(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ gemäß folgender Gleichung bestimmt.

Gleichung 5-4:

$$\Delta\overline{P}_{overt}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), s_j(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})) = \left|\overline{P}_{overt}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})) - \overline{P}_{overt}(s_j(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}))\right|$$
$$\Delta\overline{P}_{overt}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), s_j(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})) \rightarrow C_{sub}(\mathbf{z}, \breve{\mathbf{z}})$$

- *Zweitens* folgen die Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ für sämtliche Wechsel zwischen Segmentzuständen $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ und leeren Zuständen $\varnothing$ aus nachstehender Formel.

Gleichung 5-5:

$$\Delta\overline{P}_{cov\,ert}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), \mathbf{\Ø}) = \left|\overline{P}_{cov\,ert}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), \mathbf{\Ø})\right|$$
$$\Delta\overline{P}_{cov\,ert}(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}), \mathbf{\Ø}) \rightarrow C_{ind}(\mathbf{z})$$

Anhand der beschriebenen Vorgehensweise lassen sich die Matrizen der Transformationsaufwandswerte auf der Grundlage der empirisch bestimmten Prioritätsmittelwerte der Segmente $s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ und $(s_i(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}),\varnothing)$ erstellen (vgl. Anhang E).

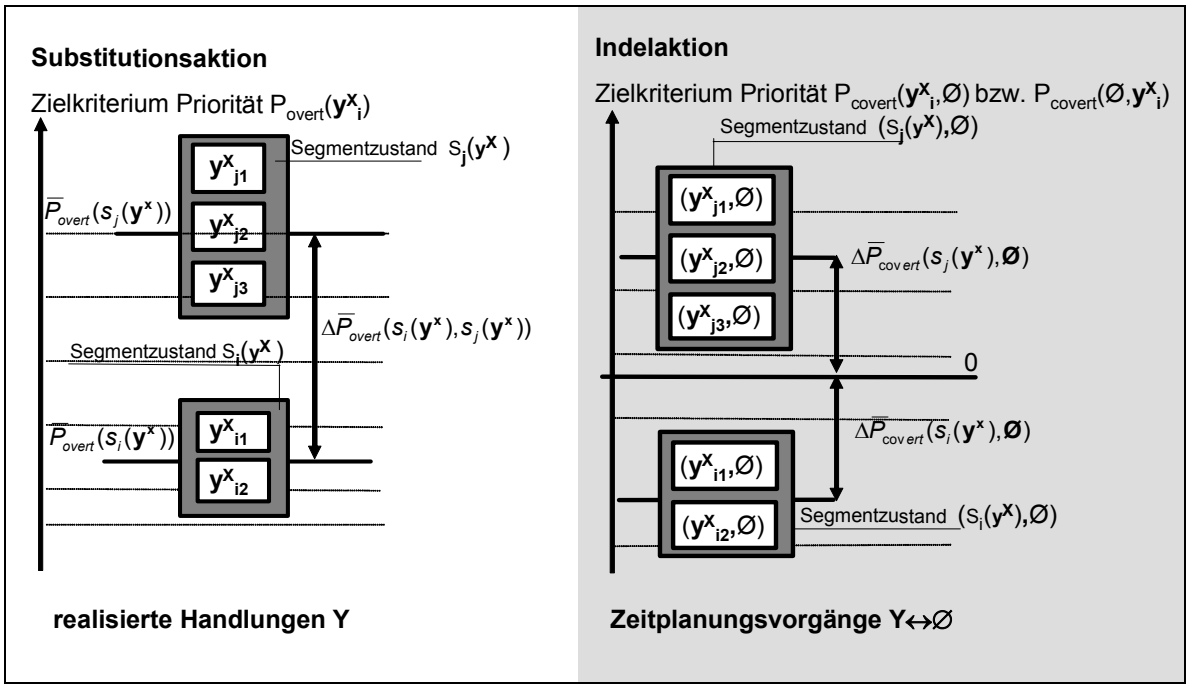


Abbildung 5-5: quantitative Hierarchie der Priorität aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Handlungen auf der Basis von Segmentzuständen

5.5 Fazit

Ziel des vorausgegangenen Kapitels war es, einen Ansatz aufzuzeigen, wie erforderliche Vornahmen der Optimal Matching Technik - die Transformationsaufwandswerte C_ω - inhaltlich am Untersuchungsobjekt - dem Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten - ausgerichtet werden können. Die Umsetzung des gewählten Prioritätenkonzeptes stellt einen ersten Schritt in Richtung einer anwendungsbezogenen Fundierung der Optimal Matching Technik dar und darf lediglich als empirische Annäherung an die beschriebene Aufgabenstellung verstanden werden. Trotz etwaiger Unzulänglichkeiten, Ungenauigkeiten usw., die mit den „schwierigen" Randbedingungen der durchgeführten Erhebung zusammenhängen, ist es gelungen, Prioritätsabstände ΔP_{covert} bzw. ΔP_{overt} als operationsspezifische Abstandsmaße $\Delta(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}},\omega)$ für Übergänge zwischen zu Segmenten verdichteten qualitativen Zuständen $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ im Sinne einer Abschätzung empirisch grob zu

quantifizieren. Berücksichtigt wird dabei auch die die Art ω_i der Zeitplanungsaktion ω. Diese Abstandsmaße $\Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}},\omega)$ fungieren als zustandsabhängige Transformationsaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ bzw. $C_{ind}(\mathbf{z})$ der Optimal Matching Technik. Welche der untersuchten Merkmale y^x bzw. ω Trennwirkung zeigen und welche Effekte die Merkmalsausprägungen y^x_i bzw. ω_i auf die Priorität P_{overt} bzw. P_{covert} aufweisen, kann wie folgt zusammengefasst werden:

- *Erstens* erweist sich bei Zeitplanungsaktionen ω deren Art ω_i als nicht signifikantes Merkmal zur Erklärung von Priorität P_{covert}.
- *Zweitens* bestimmen die Trennmerkmale Aktivitätstyp a^{Typ} und Verkehrsmitteltyp w^{Vm} signifikant bzw. teilweise sogar hochsignifikant den Segmentierungsprozess, wobei insbesondere das letztgenannte Merkmal stärkere Auswirkungen auf die Priorität P_{overt} bzw. P_{covert} zeigt.
- *Drittens* bestätigen die Effekte der Ausprägungen a^{Typ}_i bzw. w^{Vm}_i der entsprechenden Merkmale, mehr oder minder die erläuterten qualitativen Wirkungszusammenhänge der Literaturanalyse: Gute Übereinstimmungen in der Hierarchie lassen sich bei den Abstufungen a^{Typ} des Merkmals Aktivitätstyp a^{Typ}_i feststellen. Hingegen weicht - wie bereits diskutiert - die empirisch bestimmte quantitative Rangfolge der Kategorien w^{Vm}_i des Merkmals Fortbewegungsart w^{Vm} ab.

6 SENSITIVITÄTSANALYSE OPTIMAL MATCHING TECHNIK

6.1 Einleitung

Das folgende Kapitel behandelt die bislang ungeklärte Fragestellung, inwieweit unter Anwendung der Optimal Matching Technik berechnete biologische Abstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s stabil bleiben, wenn die notwendigerweise a-priori zu spezifizierenden Vorgaben bzw. Ausgangsbedingungen beim Einsatz dieses Sequenzvergleichsverfahrens verändert werden. Hierzu findet, mit der Zielsetzung entsprechende Anwendungsempfehlungen abzuleiten, eine Sensitivitätsbetrachtung zur Aufdeckung vorhandener bzw. fehlender linearer Zusammenhänge zwischen zu definierenden Vergleichsfällen f^I bzw. f^{II} mit Hilfe der Korrelationsrechnung statt. Als veränderbare Parameter gelten dabei

- *erstens* die Art und Weise der Abbildung des erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster s und
- *zweitens* die Aufwandswerte C_ω der Transformationsoperationen der Optimal Matching Technik.

6.2 Untersuchungsstrategie

Die Vorgehensweise der Untersuchung zeigt Abbildung 6-1

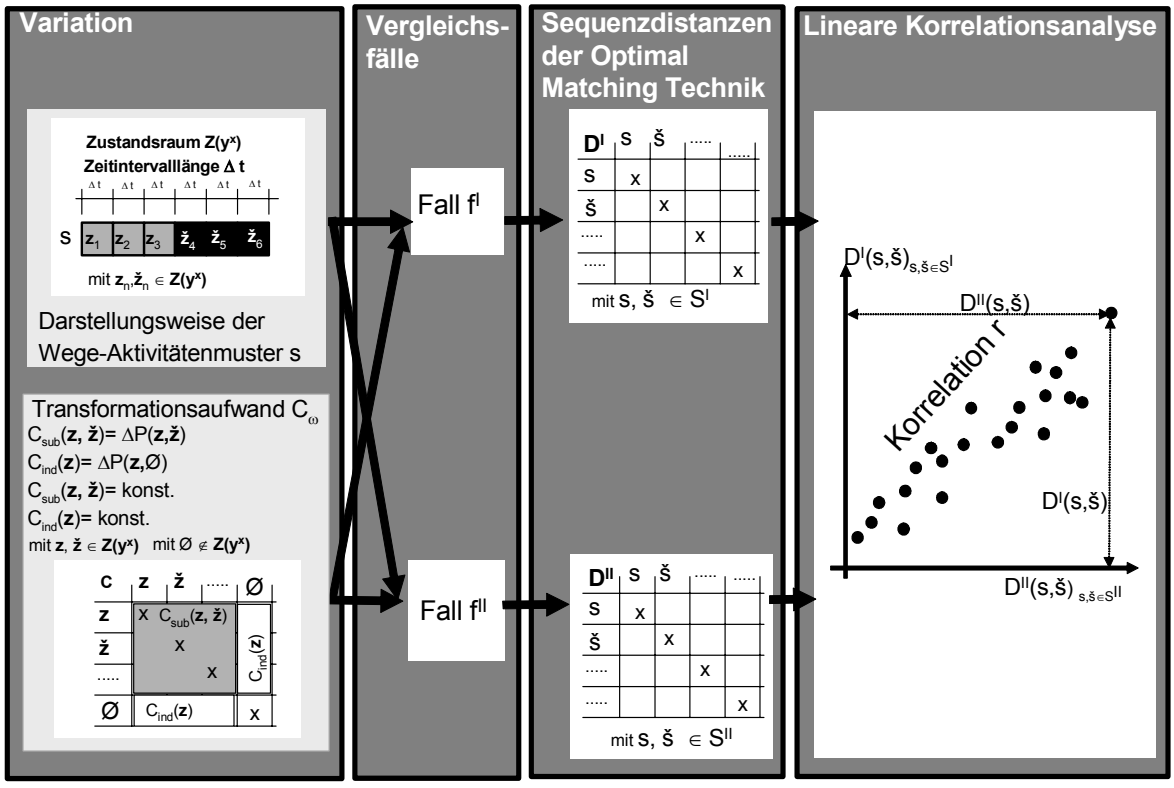


Abbildung 6-1: Untersuchungsstrategie der Sensitivitätsanalyse [eigene Darstellung]

6.2.1 Variation der Darstellungsweisen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster

- Sequenzform

Erfasstes individuelles Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten lässt sich auf unterschiedliche Art und Weise in der Form von Wege-Aktivitätenmustern s abbilden (vgl. Abschnitt 2.2.2), was schematisch Abbildung 6-2 veranschaulicht. Von vorneherein ausgegrenzt bleiben für die Analyse des Raum-Zeit-Verhaltens im Anwendungsfall die beiden Sequenzformen der Ereignis- und der Dauerreihe wegen der fehlenden bzw. unzureichenden Einbeziehung von Merkmalen der zeitlichen Facette des Raum-Zeit-Verhaltens (u. a. zeitliche Lage der Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W). Somit reduzieren sich die zur Wahl stehenden Alternativen auf die Ereignisdauer- und die Intervallreihe. Verzichtet wird auf die Durchführung eines Vergleichs zwischen den beiden letztgenannten Sequenzformen, um zu überprüfen, ob und inwieweit infolge dieser unterschiedlichen Darstellungsweisen bei der Anwendung der Optimal Matching Technik unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden. Die Festlegung auf die Intervallreihe als Untersuchungsbasis erfolgt ausschließlich argumentativ mit folgender Begründung:

- *Erstens* gelingt es mit dieser Sequenzform relativ einfach implizit die Dauer y^{Dau} und die zeitliche Lage y^{Zeit} der tätigkeiten- bzw. ortsveränderungsbezogenen Zustände **z** bei der Abbildung zu berücksichtigen.
- *Zweitens* stellt sich das Problem einer Abbildungsverzerrung [vgl. Aisenbrey 2000, Rindsfüser et. al. 2000] als Folge der Anzahldifferenz von Zustandselementen **z** bei der Abstandsermittlung zwischen Wege-Aktivitätenmustern s nicht.

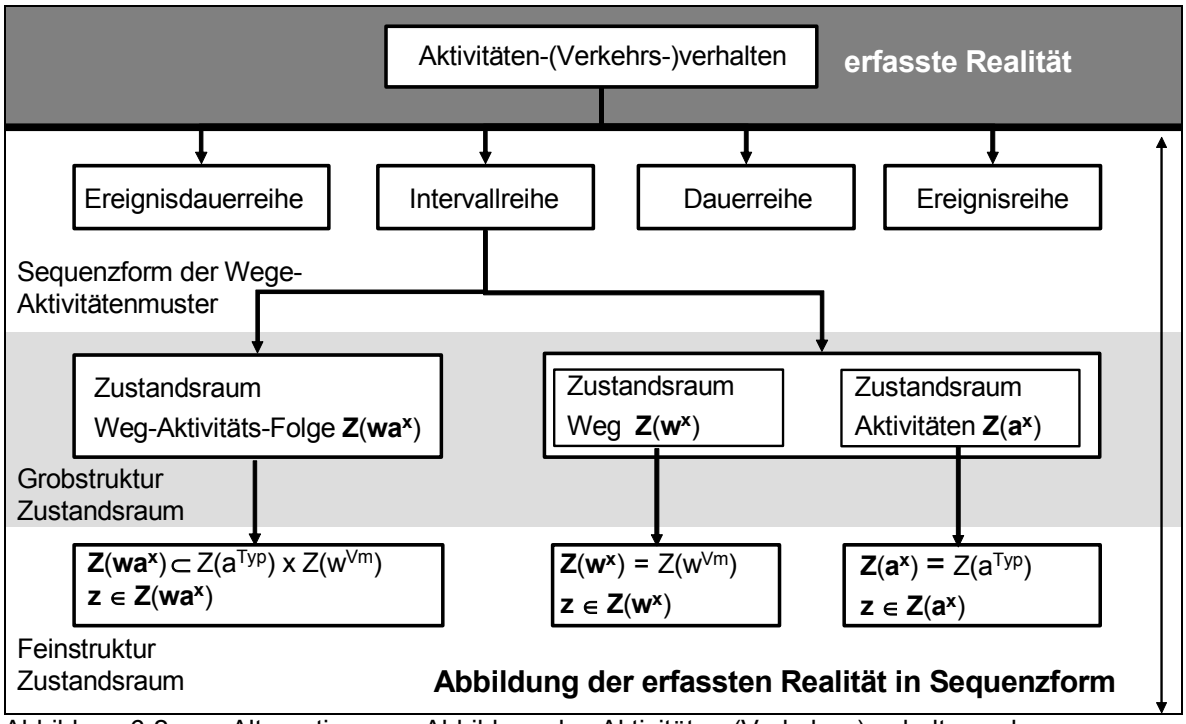


Abbildung 6-2: Alternativen zur Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster

- Grobstruktur des Zustandsraumes (handlungstypspezifisch)

Im Hinblick auf die Grobstruktur der Zustandselemente **z** mit $\mathbf{z} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ ist zu entscheiden:

- *erstens,* ob Wege W und Aktivitäten A getrennt betrachtet werden: Das heißt: Es gibt zwei Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{\mathbf{x}})$ und $\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{\mathbf{x}})$, welche die Zustände **z** enthalten. Dies führt bei der Erzeugung der Intervallreihe zu einer Separierung in Wege-Zustandselemente $\mathbf{z}^{w}$ und Aktivitäten-Zustandselemente $\mathbf{z}^{a}$.
- *Zweitens* besteht die Möglichkeit Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W einer Weg-Aktivitäts-Folge WA als Einheit aufzufassen und damit einhergehend einen Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}})$ zu generieren, dem die Wege-Aktivitäten-Zustandselemente $\mathbf{z}^{wa}$ angehören.

- Feinstruktur des Zustandsraumes (merkmalsspezifisch)

Wie bereits ausführlich diskutiert, existieren Einschränkungen in der Verwendung von Beschreibungsgrößen y^{X} (vgl. Abschnitt 5.3.3 und Tabelle 5.5), so dass darauf eingehend lediglich die Merkmale Aktivitätstyp a^{Typ} sowie Verkehrsmitteltyp w^{Vm} der sachlichen Facette die Basis zur Definition der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ bilden (vgl. Tabelle 6.1)

Tabelle 6-1 Definition verschiedener Zustandsräume durch Ausprägungen der Merkmale Fortbewegungsart und Aktivitätstyp

Variationsfall	Merkmals-werteraum $Z(y^{X})$	Zustandsraum Weg $\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{\mathbf{x}})$	Zustandsraum Aktivität $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{\mathbf{x}})$	Zustandsraum Weg-Aktivitäts-Folge $\mathbf{Z}(\mathbf{wa}^{\mathbf{x}})$
$\mathbf{Z_1}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_1(a^{Typ})$	$Z_1(w^{Vm})$	{(Weg)}		
	$Z_1(a^{Typ})$		{(Aktivität)}	
$\mathbf{Z_2}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$	$Z_1(w^{Vm})$	{(Weg)}		
	$Z_2(a^{Typ})$		{(zu Hause), (Arbeiten / dienstlich), (Einkaufen / Service), (Freizeit), (Bildung)}	
$\mathbf{Z_3}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}) = Z_2(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$	$Z_2(w^{Vm})$	{(zu Fuß), (Fahrrad), (MIV-Selbstfahrer), (MIV-Mitfahrer), (ÖV-Nutzung)}		
	$Z_2(a^{Typ})$		{(zu Hause), (Arbeiten / dienstlich), (Einkaufen / Service), (Freizeit), (Bildung)}	
$\mathbf{Z_4}(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}) \subset Z_2(w^{Vm}) \times Z_2(a^{Typ})$				{({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV}), ({zu Hause} x {ÖV}), ({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {MIV-S, MIV-M}), ({zu Hause} x {MIV-S, MIV-M}), ({Ausbildung, (Einkaufen / Service} x {ÖV, MIV-S, MIV-M, F, R}), ({zu Hause} x {F, R}), ({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {F, R})}

Die Variation beschränkt sich auf diejenigen Konstellationen, deren Zustandselemente **z** getrennten Zustandsräumen $Z(\mathbf{a}^{x})$ bzw. $Z(\mathbf{w}^{x})$ entstammen. Indem der Umfang der Merkmalswerteräume $Z(y^{x})$ verändert wird, variiert die Vielfalt möglicher Zustände **z** der Zustandsräume $Z(\mathbf{y}^{x})$. Zum Zuge kommen hierbei die in Tabelle 6-1 ausgewiesenen Fälle.

- Variation des Zeitrasters der Zustandselemente

Auf der Grundlage der Darstellungsweise der Wege-Aktivitätenmuster s als Intervallreihe besteht die Zielstellung im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zu überprüfen, welchen Einfluss das Zeitraster Δt der erzeugten zeitdiskreten Zustandselemente **z** der Intervallreihe auf die Ergebnisse der Annwendung der Optimal Matching Technik hat. Die Ableitung der hierbei zugrunde gelegten Variationsbreite der Zeitschritte Δt bestimmen als Randbedingungen folgende Aspekte:

- Als untere Grenze der Detaillierung für die Zustandselementbildung gilt per Definition das 5-Minuten-Zeitintervall als Basiszeitschritt Δt_b. Wie die Sichtung der im weiteren Verlauf herangezogenen wegebasierten Daten des MOP zeigt, orientieren sich die Befragten dieser Untersuchung trotz eines offenen Berichtsintervalls Δt [vgl. Infratest Burke 1997] für die Angabe der Wegedauer augenscheinlich stark am 5-Minuten-Zeitraster. Eine darüber hinausgehende weitere Verfeinerung der Zeitschritte Δt erscheint im Hinblick auf die Datenanalyse fragwürdig, da wahrscheinlich keine entsprechende Berichtsgenauigkeit seitens der Interviewten vorhanden ist. Beispielsweise weist *Blass* [1980] darauf hin, dass ein grundsätzliches Problem der exakten subjektiven Einschätzung des Beginns und des Endes von bestimmten Handlungen Y besteht. Die Länge des zu definierenden diskreten Zeitintervalls Δt für die Generierung der Intervallreihe stimmt folglich entweder genau mit dem Basiszeitschritt Δt_b von 5 Minuten überein oder ist ein Vielfaches von diesem.
- Die obere Grenze des Zeitrasters Δt der Zustandselemente **z** ist auf 60 Minuten limitiert. Zu beachten ist dabei: Je länger die Zeitintervalle Δt gewählt werden, desto größere Verzerrungen treten zwischen dem erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten und dessen Abbildung - den zu generierenden Wege-Aktivitätenmustern s - auf. Dies hängt mit der definierten Zuordnungsvorschrift der Zustände **z** zu den diskreten Zeitintervallen Δt zusammen. Da einem Zeitintervall Δt nur jeweils ein aktivitäten- bzw. wegebezogener Zustand **z** zugeordnet werden kann, ist im Falle mehrerer konkurrierender Zustände **z** bzw. **ž** im Zeitabschnitt Δt per Regel zu entscheiden, welcher derjenigen relevant ist. Die hierfür formulierte Regel besagt: Der zum Endzeitpunkt eines Intervalls Δt vorhandene Zustand **z** wird dem gesamten Zeitraum Δt zugewiesen. Das heißt: Bei großer Zeitintervalllänge Δt ist *einerseits* die Wahrscheinlichkeit groß, dass Zustände **z** geringer Zeitdauer y^{Dau} überhaupt nicht dargestellt werden. *Andererseits* besteht umgekehrt eine geringe Chance der Ausdehnung kurzer Zustände **z** auf die gesamte Intervalllänge Δt, was deren zeitlichen Umfang y^{Dau} abweichend von der Realität stark vergrößert.

6.2.2 Variation der Transformationsaufwandswerte

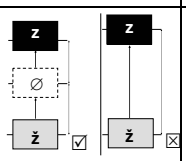
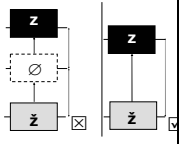
Eine wichtige Grundlage für die Auseinandersetzung mit der Frage, welche Größe die Aufwandswerte C_ω der Transformationsoperationen ω der Optimal Matching Technik einnehmen sollen, bilden die im vorherigen Kapitel empirisch bestimmten zustandsabhängigen Aufwandswerte

C_ω. Diese tragen im Sinne zu einer inhaltlichen Ausrichtung des Sequenzvergleichsverfahrens am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten bei. Je nach durchgeführter Aktion ω handelt es sich um Substitutionswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ für das Ersetzen oder Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ für das Löschen oder Hinzufügen. Für die Definition beider Parameterarten existieren jeweils zwei grundsätzliche Alternativen der Festlegung. Zu unterscheiden ist, ob die quantifizierten operationsspezifischen Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ bei Zustandsübergängen beachtet werden oder nicht. Somit lässt sich zwischen vier übergeordneten Variationsfällen differenzieren:

- Aus den empirisch abgeschätzten Aufwandswertematrizen (vgl. Kapitel 5, vgl. Anhang E) werden die entsprechenden zustandsabhängigen Aufwandswerte C_ω sowohl für Indel- als auch Ersetzenvorgänge aufgegriffen.
- Weiter steht zur Disposition entweder zustandsabhängige Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ sowie frei definierbare zustandsunabhängige Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ ohne Berücksichtigung inhaltlicher Gesichtspunkte anzusetzen oder genau umgekehrt vorzugehen.
- Bei einem Verzicht auf jegliche inhaltliche Orientierung am Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten verbleibt die Alternative sowohl die Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ als auch die Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ als zustandsunabhängige Konstanten zu definieren.

In Fällen mit frei definierbaren Aufwandswerten C_ω besteht die Erfordernis einer Anpassung derjenigen je nach Vergleichskonstellation entweder an empirisch ermittelte Gewichtungsparameter oder untereinander. Welche Folgen von der Ausrichtung der Aufwandswerten C_ω unterschiedlicher Operationstypen ω untereinander auf die Abbildung von Sequenzabständen ausgehen, thematisiert bereits Abschnitt 4.4.3. Orientierungsrahmen für die Festlegung zustandsunabhängiger ist der empirisch ermittelte Wertebereich zustandsabhängiger Transformationsaufwandswerte C_ω (vgl. Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Festlegung von Variationsfällen durch Definition zustandsunabhängiger Aufwandswerte

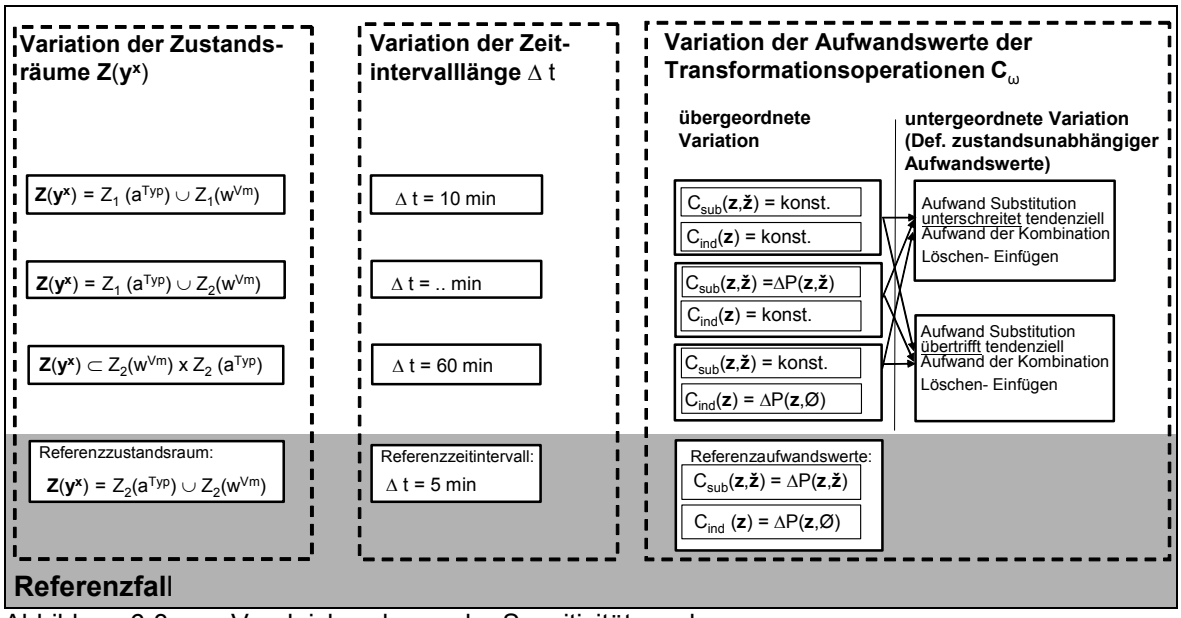
Variationsfälle / Orientierung	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 200$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 150$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 100$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 60$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 30$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 10$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 60$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 30$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = f\Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$
Aufwand Substitution übertrifft tendenziell Aufwand Kombination Löschen- Einfügen 	⊡	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☑	☒
Aufwand Substitution unterschreitet tendenziell Aufwand Kombination Löschen- Einfügen 	⊡	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☑
Legende: ☑ zutreffend ⊡ ambivalent ☒ nicht zutreffend										

6.2.3 Vergleichsfälle der Sensitivitätsanalyse

Gegenstand der Sensitivitätsanalyse ist der Vergleich per Optimal Matching Technik berechneter biologischer Sequenzdistanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ unterschiedlicher Variationsfälle f^{I} und f^{II}, die durch ungleiche Sets von Eingangsdaten definiert sind. Auf der Basis der erläuterten Variationsmöglichkeiten ergeben sich hypothetisch eine Vielzahl potenzieller Gegenüberstellungen. Zur Begrenzung des Vergleichsaufwandes und damit zur Wahrung der Übersichtlichkeit soll im Folgenden eine Auswahl relevanter Variationen getroffen werden (vgl. Abbildung 6-3).

Ausgangspunkt des Vergleichsschemata ist ein definierter Referenzfall mit folgenden Charakteristiken:

- *Erstens* bestehen die Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{a^X})$ und $\mathbf{Z}(\mathbf{w^X})$ aus je einem Merkmalswerteraum des Aktivitätstyps $Z_2(a^{Typ})$ bzw. der Fortbewegungsart $Z_2(w^{Vm})$, die wiederum jeweils fünf Merkmalswerte a^{Typ}_i bzw. w^{Vm}_i enthalten.
- *Zweitens* umfassen die diskreten Zeitabschnitte Δt der Sequenz s in Intervallreihenschreibweise 5 Minuten.
- *Drittens* weisen die Aufwandswerte C_ω eine zustandsabhängige Ausrichtung nach dem Prioritätenkonzept auf.


Variation der Zustandsräume Z(y^x)
Z(y^x) = Z1 (a^Typ) ∪ Z1(w^Vm)
Z(y^x) = Z1 (a^Typ) ∪ Z2(w^Vm)
Z(y^x) ⊂ Z2(w^Vm) x Z2 (a^Typ)
Referenzzustandsraum:
Z(y^x) = Z2(a^Typ) ∪ Z2(w^Vm)
Variation der Zeitintervalllänge Δ t
Δ t = 10 min
Δ t = .. min
Δ t = 60 min
Referenzzeitintervall:
Δ t = 5 min
Variation der Aufwandswerte der Transformationsoperationen Cω
übergeordnete Variation
untergeordnete Variation (Def. zustandsunabhängiger Aufwandswerte)
Csub(z,ž) = konst.
Cind(z) = konst.
Csub(z,ž) =ΔP(z,ž)
Cind(z) = konst.
Csub(z,ž) = konst.
Cind(z) = ΔP(z,Ø)
Aufwand Substitution unterschreitet tendenziell Aufwand der Kombination Löschen- Einfügen
Aufwand Substitution übertrifft tendenziell Aufwand der Kombination Löschen- Einfügen
Referenzaufwandswerte:
Csub(z,ž) = ΔP(z,ž)
Cind (z) = ΔP(z,Ø)
Referenzfall
Abbildung 6-3: Vergleichsschema der Sensitivitätsanalyse

Dieser spezifizierte Referenzfall bildet das „Scharnier“ zwischen den einzelnen Variationen. Ziel dabei ist die Schaffung einer identischen Vergleichsgrundlage auf der Ebene zwischen diesen unterschiedlichen „Stellschrauben“. Als veränderbar gelten jeweils die Parameter innerhalb der einzelnen Variationsarten, hingegen stimmen die anderen Vorgaben mit denjenigen des Referenzfalls überein.

Exkurs II: Datengrundlage deutscher Mobilitätspanel (MOP)

- Untersuchungsform: Nutzung von Längsschnittdaten für Querschnittsanalysen

Empirische Basis der vorliegenden Arbeit bilden die Daten zum Verkehrsverhalten des MOP. Nach der Terminologie von *Zumkeller et al.* [1994] liegt hierbei eine Kombination von Panel- und Längsschnittuntersuchung vor, da sich die Datengewinnung bei jeweils denselben Personen sowohl über mehrere diskrete Zeitpunkte im Jahresabstand erstreckt als auch ein längerer Befragungszeitraum der Einheit Woche zugrunde liegt. Ungenutzt bleiben bei den nachfolgenden statistischen Analysen (Sensitivitätsanalyse in Kapitel 6, exemplarische Anwendung des Multimethodenansatzes in Kapitel 7) die analytischen Potenziale der Paneluntersuchung, wohingegen von den entsprechenden Möglichkeiten der Longitudinaldaten im Rahmen der musterorientierten Datenanalyse in Kapitel 7 profitiert wird. Bis zur Bereitstellung des Datenmaterials der KONTIV 2002 bietet der Fundus des MOP die derzeit einzige aktuelle Alternative, um differenzierte Analysen zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten bewerkstelligen zu können [vgl. Kloas et al. 2001].

- Stichprobe und Befragungsinhalte

Seit 1994 wird im Auftrag des BMV bzw. des BMVBW eine nahezu bevölkerungsrepräsentative Haushaltsbefragung - bezogen auf die Sozialstruktur und den Raumtyp - zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten im jährlichen Rhythmus realisiert (Welle). Die wiederholten schriftlichen Befragungen finden jeweils im Herbst[15] über den Zeitraum einer Woche statt, wobei dieselben Personen mehrmals (hier bis zu drei Jahren) befragt werden. Detailliertere Informationen zum MOP finden sich u. a. in den Forschungsberichten von *Chlond et al.* [1995], *Chlond et al.* [1996], *Chlond et al.* [1997], *Chlond et al.* [1998], *Chlond et al.* [1999], *Kloas et al.* [2001] und der zum Projekt dazugehörigen Homepage[16.] Die genannten Quellen dokumentieren ausführlich die Vorgehensweise der Datenerfassung, die Stichprobenentwicklung im Zeitverlauf und die Methodik der Datenaufbereitung. Gerade der letztgenannte Aspekt erweist sich bei Paneluntersuchungen als besonders bedeutsam, da spezifische Stichprobenfehler infolge selektiver Ausfälle, Berichtsmüdigkeit im Wochenverlauf usw. zu berücksichtigen sind [vgl. Kunert 1992, Zumkeller et al. 1994, Tourangeau 1997]. Befragungsinhalte des MOP sind: Erhebungsdaten auf Wegeebene[17] und auf Haushalts- (Lage des Wohnstandortes usw.) sowie Personenebene (Soziodemografie usw.).

[15] Saisonale Effekte im Jahresverlauf bleiben demnach unberücksichtigt.

[16] http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de (01/2004)

[17] Das Konzept der Wegeerfassung orientiert sich am KONTIV-Design.

- *Einerseits* gewährleistet dies die Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen von KONTIV-Erhebungen und dem deutsche Mobilitätspanel (MOP) [Kloas et al. 2001].
- *Andererseits* sieht sich dadurch das deutsche Mobilitätspanel (MOP) den vielfach vorgebrachten Kritikpunkten an den Erhebungen im KONTIV-Design ausgesetzt [u. a. Trauer 1991, Schultz 1997, Kutter 2003]. Beispielsweise geht *Kutter* [2003] in einer aktuellen Publikation auf die problembehaftete Validität der „Fahrplanerhebungen“, die sich in teils in Über- und teils in Untererfassungen von Wegen bestimmter Zwecke w^{Typ} äußert, ein.

6.2.4 Ermittlung von Sequenzdistanzen mit der Optimal Matching Technik

Um zu ermitteln, ob und inwieweit lineare Zusammenhänge zwischen den berechneten biologischen Sequenzabständen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ der gerade definierten Variationsfälle f^{I} bzw. f^{II} existieren und damit die Stabilität der Ergebnisse der Optimal Matching Technik gegenüber den erläuterten Festlegungen zu überprüfen, sind mehrere Arbeitsschritte nötig:

- Erzeugung der Wege-Aktivitätenmuster

  Aufgabe dieser Bearbeitungsstufe ist die Rekonstruktion von musterorientierten Daten des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens aus wegebezogenen Merkmalen w^X vorhandener Untersuchungen. Empirische Grundlage der Sensitivitätsanalyse bilden 794 per Zufallsauswahl gezogene Datensätze zum Verkehrsverhalten auf Personenbasis eines Stichtages (Mittwoch) des Jahres 1997 aus dem Datenfundus des MOP. Die Datensätze enthalten folgende Informationen zu realisierten Ortsveränderungen W: Beginn des Weges w^{Start}, Ende des Weges w^{Ende}, Hauptverkehrsmittel w^{Vm}, Wegezweck w^{Typ} usw. Die Erzeugung von Wege-Aktivitätenmustern in der Darstellungsform der Intervallreihe aus wegebezogenen Erhebungsdaten erfordert zunächst mehrere Schritte der Datenaufbereitung, die wie folgt zu bewältigen sind:

  1. Rekonstruktion der Zustände **z**: Um eine durchgängige Sequenz s von Zustandselementen $\mathbf{z}_k$ zu erzeugen, sind die Zeitlücken zwischen den erhobenen Wegen W zu füllen: Diese umfassen die Episoden der Tätigkeiten A. Festgelegt sind zunächst die zeitlichen Merkmale (Beginn, Ende) der Aktivitäten A. Der erfasste Zustand $\mathbf{z}^w_{k-1}$ des zeitlich vorgelagerten Weges W wird jeweils auf die „leeren" Sequenzabschnitte von Tätigkeiten A übertragen, so dass gilt: $\mathbf{z}^a_k = \mathbf{z}^w_{k-1}$. Als Resultat entsteht ein Wege-Aktivitätenmuster s, das als Abfolge von Zuständen ($\mathbf{z}^w_1$, $\mathbf{z}^a_2$, $\check{\mathbf{z}}^w_3$, $\check{\mathbf{z}}^a_4$...) mit $\mathbf{z}^w_k$, $\mathbf{z}^a_k \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^X)$ in der Sequenzform der Ereignisdauerreihe dargestellt ist.
  2. Elementbildung: Durch Übergang der stetigen Wege-Aktivitätenmuster s (Ereignisdauerreihe) in zeitdiskrete Zustandselemente **z** der Sequenz s entstehen Intervallreihen. Zu beachten ist die hierbei gewählte Zuordnungsregel der aktivitäten- bzw. wegebezogenen Information: Der Zustand **z** des gesamten Zeitintervalls Δt stimmt mit dem Zustand **z** zum Endzeitpunkt des Zeitschrittes überein.
  3. (Re-)Definition der Zustände **z**: Die erzeugten Zustandselemente **z** konstituieren sich in Abhängigkeit des Handlungstyps (Weg W, Aktivität A, Weg-Aktivitäts-Folge WA) auf Basis der vorhandenen Information aus den Merkmalswerten y^X_i einzelner oder mehrerer aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Merkmale y^X. Deren Ausprägungen y^X_i können je nach Erfordernis zu gröberen Merkmalskategorien $s_l(y^X)$ zusammengefasst werden.

- Festlegung der Aufwandswerte C_ω

  Für alle Übergänge zwischen den definierten Zuständen, die dem jeweiligen Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^X)$ angehören, erfolgt die Zuordnung der Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$.
  - Falls die empirisch ausgerichteten Werte $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ hierfür verwendet werden sollen, können diese den jeweiligen Aufwandswertematrizen entnommen werden (vgl. Abschnitt 5.3.6).
  - Als weitere Möglichkeit werden frei definierbare konstante Parameter $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ unabhängig von den jeweiligen Zuständen **z** angesetzt.

  Gleiche Alternativen der Parameterspezifizierung gelten für die Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ bei Wechseln zwischen Zuständen **z** und leeren Zuständen ∅.

- Berechnung biologischer Sequenzdistanzen
  Zwischen den 794 Wege-Aktivitätenmustern eines Berechnungsfalls f^{I} bzw. f^{II} werden sämtliche biologische Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ mit Hilfe der Optimal Matching Technik ermittelt und in einer symmetrischen Distanzmatrix $\mathbf{D}^{I}$ bzw. $\mathbf{D}^{II}$ abgelegt, die insgesamt 314821 Abstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ enthält. Die Berechnung erfolgt mit dem eigens dafür entwickelten Analysetool **OM** - eine C++ Routine zur Distanzermittlung zwischen Mustern auf der Basis des Levenstheinalgorithmus (vgl. Abschnitt 4.4.4).

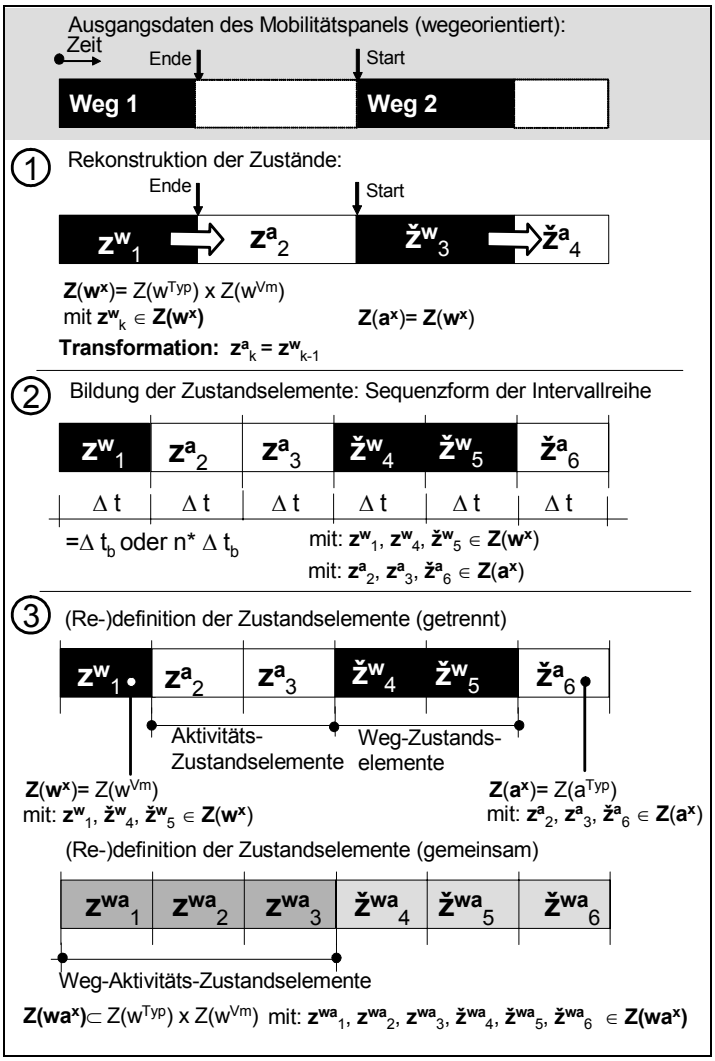


Abbildung 6-4: Arbeitsschritte der Datenaufbereitung zur Erzeugung von Wege-Aktivitätenmustern in Intervallreihenschreibweise

6.2.5 Lineare Korrelationsanalyse

Nachdem für die einzelnen Berechnungsfälle f^{I} bzw. f^{II} der Variation jeweils Distanzmatrizen $\mathbf{D}^{I}$ bzw. $\mathbf{D}^{II}$ für die Abstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s auf identischer Datengrundlage des MOP berechnet sind, wird die lineare Korrelationsanalyse angewandt (vgl. Abbildung 6-1). Diese Methode überprüft, inwieweit bei der Gegenüberstellung der Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zweier Berechnungsfälle f^{I} bzw. f^{II} ein linearer Zusammenhang

besteht. Die Wahl der statistischen Analysemethode fällt auf die Produkt-Moment-Korrelation, da die berechneten Distanzmaße $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ metrisch skaliert sind [vgl. u. a. Bortz 1999]. Auf der Basis berechneter Korrelationskoeffizienten r für die unterschiedlichen Variationen folgt als nächster Schritt die Interpretation der Zusammenhangsstärke anhand zu definierender Stufen innerhalb des Wertebereiches von –1 bis +1. Eine strukturelle Grundähnlichkeit der Wege-Aktivitätenmuster s infolge identischer Zustände **z** in der Nacht begründet, relativ hohe Ansprüche an die Korrelationsmaße zu stellen. Tabelle 6-3 ist zu entnehmen, welche Einteilung der Beurteilung des linearen Zusammenhangs zugrunde liegt.

Tabelle 6-3: Bewertung des linearen Zusammenhangs auf der Grundlage des Korrelationskoeffizienten r

Wertebereich des Korrelationskoeffizienten r	Bewertung des linearen Zusammenhangs
r>0,95	sehr stark
0,85 < r ≦ 0,95	stark
0,75 < r ≦ 0,85	mittel
0,65 < r ≦ 0,75	schwach
r ≦ 0,65	sehr schwach

6.3 Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

6.3.1 Effekte der Variation von Darstellungsweisen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster

- Effekte unterschiedlich definierter Zustandsräume des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Grundsätzlich lässt sich aus der Betrachtung der Variation der maßgebenden Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ auf die ermittelten Sequenzabstandsmaße $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ konstatieren, dass sich die ermittelten Korrelationen r zwischen den verschiedenen erläuterten Variationsfällen f^{I} bzw. f^{II} durch eine große Spannweite auszeichnen. In der nachfolgenden vertiefenden Diskussion soll zwischen zwei strukturellen Ebenen der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ (vgl. Abbildung 6-2) unterschieden werden.

Tabelle 6-4: Korrelationskoeffizienten r für die Variation der Zustandsräume Z(yX)
konstante Parameter: Δt = 5 min, Csub(z,ž) = $\Delta P(z,ž)$, Cind(z)= $\Delta P(z,\varnothing)$

Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$	$\mathbf{Z_1}(\mathbf{y}^{X})$	$\mathbf{Z_2}(\mathbf{y}^{X})$	$\mathbf{Z_3}(\mathbf{y}^{X})$	$\mathbf{Z_4}(\mathbf{y}^{X})$
$\mathbf{Z_1}(\mathbf{y}^{X}) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_1(a^{Typ})$	1,00	0,38	0,30	0,08
$\mathbf{Z_2}(\mathbf{y}^{X}) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$		1,00	0,82	-0,10
$\mathbf{Z_3}(\mathbf{y}^{X}) = Z_2(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$			1,0	-0,35
$\mathbf{Z_4}(\mathbf{y}^{X}) \subset Z_2(w^{Vm}) \times Z_2(a^{Typ})$				1,0

alle Korrelationen sind auf einem Niveau von 0,01 signifikant[18]

[18] Ausgabe SPSS

- Grobstruktur der Zustandsräume (handlungstypspezifisch)
  Kein linearer Zusammenhang besteht zwischen den berechneten Sequenzdistanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ der Vergleichsfälle f^{I} bzw. f^{II}, wenn unterschiedliche handlungstypspezifische Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ zugrunde liegen (vgl. Tabelle 6-4). Eine Affinität ist auch bei ungefähr identischer Anzahl der Zustände $\mathbf{y}^{X}_{i}$ beider Alternativen nicht feststellbar. Daraus lässt sich schließen: Gegensätze in den Darstellungsweisen von Wege-Aktivitätenmustern s schlagen sich in großen Abweichungen zwischen den Sequenzabständen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ nieder. Auf der Suche nach Gründen bietet sich folgender Erklärungsansatz an: Die den jeweiligen Zustandsräumen $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ beider Varianten dazugehörigen Zustände $\mathbf{y}^{X}_{i}$ liegen aus inhaltlicher Sicht sehr weit auseinander, da sich jene durch eine ungleiche Anzahl von Merkmalen y^{X} und dementsprechend auch anderen Merkmalswerten y^{X}_{i} unterscheiden.

- Feinstruktur der Zustandsräume (merkmalsspezifisch)
  Die Betrachtung linearer Zusammenhangseffekte infolge einer Veränderung der Feinstruktur der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ auf der Grundlage der Korrelationskoeffizienten r ergibt (vgl. Tabelle 6-4),
  - *einerseits* starke Abweichungen der Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen demjenigen Fall, dessen Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{X})$ lediglich aus einem einzigen Zustand **z** ($\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{X})$={(Aktivität)}) besteht und jeweils den beiden anderen Vergleichsfällen, deren Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{X})$ fünf Zustände **z** charakterisiert durch verschiedene Aktivitätstypen a^{Typ}_{i} enthalten und
  - *andererseits* relativ geringe Unterschiede der Unähnlichkeitsindizes $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$, wenn der ein-elementrige Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{X})$ ($\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{X})$={(Weg)}) in fünf Subzustände **z** unterschiedlicher Fortbewegungsarten w^{Vm}_{i} aufgeschlüsselt wird.

  Zur Interpretation der Befunde lassen sich folgende Gesichtspunkte anführen:
  - *Erstens* wirkt sich die ursprüngliche Dauer der Zustände **z** aus, falls eine Aufteilung dieser in Subzustände **z** erfolgt. So erklärt sich die starke Affinität der Abstandsmaße $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ bei unterschiedlichen Auflösungen ortsveränderungsbezogener Zustände $\mathbf{z}^{w}$ aus dem relativ geringen Zeitanteil der Wege am Gesamttageszeitbudget (ca. 5,7 %, 1:19 h[19]).
  - *Zweitens* ist für die Zusammenhangsstärke von Belang - wenn auch mit geringerem Einfluss -, ob bei einer Erhöhung der Differenziertheit der Zustände **z**, ausgehend von einer gleichen Anzahl untergeordneter Zustände **z**, jene die gleiche Dauer aufweisen oder nicht. Bei einer sehr ungleichen Verteilung des zeitlichen Umfangs der Subzustände **z** stellt sich eine höhere lineare Korrelation r ein. Ferner begründen im Verhältnis zu den anderen Verkehrsmitteln hohe zeitlichen Anteile des MIV-Selbstfahrens (ca. 43 %, 0:34 h[19]) am Gesamtzeitbudget für Ortsveränderungen, dass die Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ nicht weiter auseinanderlaufen.
  - *Drittens* bestehen prinzipiell große strukturelle Übereinstimmungen zwischen Wege-Aktivitätenmustern s unabhängig von Art und Umfang des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$: In der Regel weisen lange Zeitblöcke in der Nacht die gleichen Zustände **z** auf, so dass beim Sequenzvergleich viele gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{g}$ an identischen Positionen vorhanden sind [vgl. Rindsfüser et al. 2000].

[19] Daten: Mobilitätspanel 1997

- Effekte der Variation des Zeitrasters der Zustandselemente

Wie die berechneten Distanzen der Optimal Matching Technik voneinander abweichen, wenn das Zeitintervall Δt der Zustandselemente **z** der veränderliche Parameter ist und der definierte Referenzfall die Vergleichsbasis bildet, stellt Tabelle 6-5 dar.

Tabelle 6-5: Korrelationskoeffizienten r für die Variation des Zeitrasters Δt
konstante Parameter: $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{x}) = Z_2(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$, $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$, $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$

Zeitintervall-länge Δt	5 min	10 min	20 min	30 min	40 min	60 min
5 min	1,00	1,00	0,99	0,97	0,94	0,90
10 min		1,00	0,99	0,98	0,95	0,91
20 min			1,00	0,98	0,97	0,93
30 min				1,00	0,97	0,94
40 min					1,00	0,94
60 min						1,00

alle Korrelationen sind auf einem Niveau von 0,01 signifikant

Das Ergebnis der Variationen verdeutlicht: Es liegt ein sehr starker linearer Zusammenhang zwischen den berechneten Sequenzabständen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ der Berechnungsfälle f^{I} bzw. f^{II} in der Gegenüberstellung zum definierten Reverenzfall mit Δt = 5 min zumindest im Bereich eines Zeitrasters Δt zwischen 10 (r = 1,00) und 30 Minuten (r = 0,97) vor. Ein Absinken der Zusammenhangswerte r unter das Korrelationsniveau von r = 0,95 zeigt sich erst bei einer Zeitintervalllänge Δt von ca. 40 Minuten. Wird der genannte Wert unterschritten, indiziert dies keinen sehr starken Zusammenhang mehr.

Offensichtlich wirkt sich der Verlust an Genauigkeit bei der Darstellung des Raum-Zeit-Verhaltens als Intervallreihe, bedingt durch Verzerrungen infolge der erläuterten Abbildungsvorschrift (vgl. Abschnitt 6.2.1), erst bei einem relativ groben Zeitraster Δt auf die Resultate der Optimal Matching Technik aus. Zu erklären ist dieser geringe Effekt mit einer eher längeren Dauer der Zustände **z** bei einem geringen Umfang des Zustandsraumes $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{x})$. Vor diesem Hintergrund ist der ermittelte Zusammenhang vorsichtig zu werten bzw. zu hinterfragen, da die Detailliertheit des Ausgangsdatenmaterials die Anzahl potenzieller Zustände **z** beschränkt. Folgende Beziehung wird dabei vermutet: Je mehr Zustände **z** der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{x})$ umfasst, desto kürzer wird tendenziell deren Dauer y^{Zeit}. Dies führt wiederum - wie bereits dargelegt - zu einer zunehmend unpräziseren Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens bei dessen musterorientierter Umsetzung in der Intervallreihenschreibweise. Als Konsequenz ist zu erwarten, dass wahrscheinlich Auswirkungen auf die berechneten biologischen Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ schon bei kurzen Zeitintervallen Δt deutlich werden.

6.3.2 Effekte der Variation der Transformationsaufwandswerte

Für die nächste Variationsart lassen sich vier übergeordnete Fälle aus den unterschiedlichen Kombinationen zustandsabhängiger und -unabhängiger Transformationsaufwandswerte C_ω bei Indel- und Substitutionsvorgängen unterscheiden. Gelten die Aufwandswerte C_ω als frei festlegbar - d. h. ohne einen inhaltlichen Bezug zu den Zuständen **z** bzw. **ž** herzustellen -, ergeben sich auf einer weiteren Stufe untergeordnete Fälle.

Tabelle 6-6 stellt die Korrelationen aus der Gegenüberstellung aller Fälle f^I bzw. f^{II} der Variation der Transformationsaufwandswerte C_ω dar. Erkennbar ist, dass die Spannweite der ermittelten Korrelationswerte r auf der Basis aller vorgenommenen Vergleiche der Variation der Parameter C_ω von r = 0,69 bis r = 0,99 reicht, was einen schwachen bis sehr starken linearen Zusammenhang indiziert.

Ungeachtet der unterschiedlichen Höhe der konstanten Aufwandswerte C_ω erfolgt die Abschätzung der Zusammenhangseffekte bei den vier übergeordneten Vergleichen mit sechs Gegenüberstellungen (vgl. Abbildung 6-3) im Sinne einer Aggregatbetrachtung aus mehreren Variationsfällen.

a) Werden beide Kostenarten C_ω im Vergleich zweier Berechnungsfälle f^I bzw. f^{II} zum einen zustandsabhängig und zum anderen -unabhängig gewählt, so indiziert der lineare Korrelationskoeffizient r nur mittlere Abhängigkeiten (Wertebereich r: 0,79 bis 0,81).
b) Der nächste Vergleich knüpft an den vorherigen an: Bei einem Berechnungsfall f^I bleiben die beiden Arten von Aufwandswerten C_ω feststehend zustandsunabhängig, während der andere Fall f^{II} von zustandsabhängigen Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und von frei festlegbaren Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ ausgeht. Der ermittelte Korrelationskoeffizient r zeigt einen Zusammenhang an, der im Bereich schwacher bis starker linearer Abhängigkeit liegt (Wertebereich r: 0,69 bis 0,92). Dies lässt den Schluss zu, dass in erster Linie die Zustandsabhängigkeit der Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ die relativ niedrige Korrelation begründet.
c) Sofern die Festlegung der Transformationsaufwandswerte C_ω des ersten Vergleichsfalls f^I wiederum analog zu demjenigen vorher vorgenommen wird, jedoch beim zweiten Fall f^{II} genau umgekehrt zustandsunabhängige Substitutions- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und inhaltlich ausgerichtete Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ festgelegt sind, weist das lineare Zusammenhangsmaß r eine starke bis sehr starke Affinität auf (Wertebereich r: 0,92 bis 0,99). Eine vergleichsweise unbedeutende Wirkung zustandsabhängiger Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ folgt daraus.
d) Für die Gegenüberstellung des Falls f^I mit zustandsabhängigen Sub- und Indelaufwandswerten auf der *einen Seite* und des Falls f^{II} mit zustandsabhängigen Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und nicht empirisch ausgerichteten Indelaufwandswerte C_{ind} *auf der anderen Seite* ergibt die Korrelationsbetrachtung einen starken linearen Zusammenhang (Wertebereich r: 0,91 bis 0,98). Folglich lässt sich konstatieren: Der Effekt zustandsunabhängiger Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ erweist sich als geringfügig.
e) Unter der Beibehaltung zustandsabhängiger Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ bei einem Fall f^I und der Wahl zustandsunabhängiger Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und -abhängiger Indelaufwandswerte C_{ind} beim anderen f^{II}, folgt aus der Analyse eine mittlere lineare Korrelation (Wertebereich r: 0,81 bis 0,82). Dies indiziert einen hohen Einfluss inhaltlich nicht ausgerichteter Aufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ bei der Aktion Ersetzen.

Tabelle 6-6: Korrelationskoeffizienten r für die Variation der Aufwandswerte C_ω konstante Parameter: Δt =5 min, $Z(y^X) = Z_2(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$

Transformations-aufwandswerte C_ω	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 200$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 150$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 100$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 60$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 30$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 10$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 60$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$	$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 30$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = f\Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$	Abbildung Zustandselement-komposition	Abbildung der Zustandsabstände und Abfolgeähnlichkeit
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 200$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$	1,00	0,98	0,93	0,80	0,69	0,72	0,78	0,92	0,97	0,96	⊡	⊡
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 150$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$		1,00	0,97	0,81	0,74	0,76	0,80	0,92	0,96	0,99	☒	☑
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 100$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$			1,00	0,79	0,77	0,78	0,79	0,88	0,92	0,99	☒	☑
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$				1,00	0,91	0,94	0,98	0,96	0,82	0,81	☒	☑
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 100$					1,00	0,99	0,92	0,86	0,72	0,76	☒	☑
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 60$						1,00	0,95	0,89	0,74	0,78	☒	☑
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 30$							1,00	0,96	0,80	0,79	☑	☒
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = \Delta P(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = 10$								1,00	0,91	0,90	☑	☒
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 60$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$									1,00	0,95	☑	☒
$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}}) = 30$ $C_{ind}(\mathbf{z}) = \Delta P(\mathbf{z},\varnothing)$										1,00	☒	☑
Abbildung Zustandselement-komposition	⊡	☒	☒	☒	☒	☒	☑	☑	☑	☒		
Abbildung Zustandsabstände und Abfolgeähnlichkeit	⊡	☑	☑	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☑		

alle Korrelationen sind auf einem Niveau von 0,01 signifikant

f) Im Vergleich des ersten Falls f^I mit zustandsabhängigen Subkosten $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ sowie -unabhängigen Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$) und des zweiten Falls f^{II} mit umgekehrter Konstellation ist ebenfalls ein mittlerer bis starker linearer Zusammenhang feststellbar (Wertebereich r: 0,74 bis 0,91).

Die untergeordneten Vergleiche (vgl. Abbildung 6-3) mit zustandsunabhängigen Aufwandswerten C_ω als veränderbare Parameter dienen zur Erkundung der Fragestellung, inwieweit sich deren unterschiedliche Orientierung in anderen Sequenzdistanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ niederschlägt.

g) Die drei Gegenüberstellungen zustandsunabhängiger Parameter mit unterschiedlichen Sub-$C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ und konstanten Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ zeigen einen starken bis sehr starken linearen Zusammenhang an (Wertebereich r: 0,93 bis 0,98).

h) Der analoge Sachverhalt eines starken linearen Zusammenhangs gilt für den Vergleich der Fälle f^I mit zustandsunabhängigen Subaufwandswerten $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ *auf der einen Seite* und f^{II} zustandsabhängigen Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ *auf der anderen Seite* (Wert r: 0,95).

i) Ebenso ergibt sich für die verschiedenen Vergleichskonstellationen f^I bzw. f^{II} zustandsabhängiger Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ und zustandsunabhängiger Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ unterschiedlicher Größen ein starker bis sehr starker linearer Zusammenhang (Wertebereich r: 0,86 bis 0,99).

Aus den linearen Korrelationswerten r der vorgenommenen Vergleiche sollen nun im Folgenden die wesentlichen Auswirkungen der Festlegung der Transformationsaufwandswerte C_ω anhand der Effekte auf die Sequenzdistanzen abgeschätzt werden:

- generelle Beeinflussbarkeit:
  Aus der Spannweite der ermittelten linearen Korrelationswerte r der Gegenüberstellungen a) bis i) zeigt sich klar: Die mit Hilfe der Optimal Matching Technik berechneten Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ lassen sich fast ausnahmslos durch die Variation der Festlegung der Aufwandswerte C_ω beeinflussen.

- inhaltliche Ausrichtung:
  Zur Beantwortung der Frage, wie sich eine zustandsabhängige Ausrichtung der Aufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ bzw. $C_{ind}(\mathbf{z})$ im Vergleich zu einer zustandsunabhängigen Spezifizierung jener Parameter auswirkt, ohne zunächst den Aktionstyp Substituieren oder Indel zu beachten, indizieren die Vergleichskonstellationen a) bis f) vorwiegend deutliche Abweichungen zwischen den Abstandsindizes $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$. Daraus folgt: Durch eine inhaltliche Ausrichtung ergeben sich meist andere Sequenzabstandsmaße $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$.

- inhaltliche Ausrichtung nach Aktionstyp:
  Aus der Betrachtung der Auswirkungen unterschiedlicher Aufwandswertetypen $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ bzw. $C_{ind}(\mathbf{z})$, je nachdem ob die Parameter zustandsabhängig oder -unabhängig spezifiziert sind, zeichnet sich Folgendes auf die berechneten Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ ab: Aus den Gegenüberstellungen b) und e) geht lediglich tendenziell ein mittleres lineares Zusammenhangsmaß r hervor, währenddessen die Vergleiche c) und d) eher einen starken linearen Zusammenhang indizieren. Das bedeutet: Wesentlich stärkere Effekte werden bei abweichenden Festlegungen von Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ gegenüber Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ erzielt.

- Ausrichtung der Aufwandswertetypen untereinander:
  Je nach Größenverhältnis der beiden Aufwandswertearten $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ bzw. $C_{ind}(\mathbf{z})$ beeinflusst dies bei der Sequenzdistanzermittlung die Abbildung
  - *erstens* der Elementkomposition durch Verschiebung gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^g$ unterschiedlicher Position sowie mit diametralen Effekten
  - *zweitens* der Zustands(un-)ähnlichkeit $\Delta(\mathbf{z}^s,\mathbf{ž}^s)$ solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^s$ bzw. der Abfolgeähnlichkeit gemeinsamer Zustandelemente $\mathbf{z}^g$.

  In welchem Umfang diese gegenläufigen Effekte zum Tragen kommen, lässt sich aus den linearer Korrelationswerten der untergeordneten Vergleiche g), h) und i) mit zustandsunabhängigen Aufwandswerten C_ω abschätzen: Relativ hohe Affinitäten bei den Variationen (starker bis sehr starker Zusammenhang) sprechen eher für geringe Einflüsse.

6.4 Fazit und Anwendungshinweise

Die durchgeführte Sensitivitätsanalyse beabsichtigte die Überprüfung der Robustheit der Optimal-Matching Technik gegenüber den Vorannahmen: *erstens* der Art und Weise der Abbildung erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster s und *zweitens* der

Festlegungsmöglichkeiten der Transformationsaufwandswerte C_ω. Offene Aspekte der vorliegenden Sensitivitätsuntersuchung, die damit implizit Aussagegrenzen setzen und einer weiterführenden Klärung bedürfen, betreffen:

- *erstens* die Einschränkung der Variationsbreite der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ zur Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster infolge der geringen Abbildungsbreite und -tiefe der Daten des MOP zum Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten,
- *zweitens* die nicht durchgeführte Überprüfung, ob möglicherweise nichtlineare Korrelationszusammenhänge zwischen den Sequenzdistanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ unterschiedlicher Fälle f^{I} bzw. f^{II} vorliegen und
- *drittens* fehlende Information in Hinblick auf die Anzahl der durchgeführten Transformationsoperationen bei Sequenzvergleichen differenziert nach Aktionstypen ω für die einzelnen Berechnungsfälle f^{I} bzw. f^{II} zur Unterstützung der Argumentation bei der Wirkungsanalyse der Aufwandswertefestlegung C_ω.

Dennoch lässt sich als Quintessenz festhalten: Die Empfindlichkeit der Optimal Matching Technik gegenüber den Vorgaben nimmt teilweise beträchtliche Ausmaße ein: Andere Transformationskosten C_ω, andere Zeitintervalllängen Δt und andere Strukturen aktivitäten- bzw. ortsveränderungsbezogener Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ führen in der Regel zu anderen Sequenzabständen $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s, die untereinander nicht unbedingt auf hohem Niveau linear korrelieren. Tabelle 6-7 fasst im Überblick die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse in einer Gegenüberstellung der verschiedenen „Stellschrauben“ zusammen.

Tabelle 6-7: Sensitivität der berechneten Distanzen der Optimal Matching Technik gegenüber den Veränderungen der Vorannahmen (Basis: lineares Korrelationsmaß)

Variationen	Variationseffekt auf die Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ der Optimal Matching Technik
Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ - Grobstruktur (handlungstypspezifisch) - Feinstruktur (merkmalsspezifisch)	■■■■ ■■
Zeitintervalllänge Δt	**O**
Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$	■■■
Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$	■■
Legende: **O** sehr schwach ■ schwach ■■ mittel ■■■ stark ■■■■ sehr stark	

Zum Schluss stellt sich die Frage, welche Konsequenzen daraus für die Anwendung folgen. Nachstehende Schlussfolgerungen, die gleichzeitig Empfehlungen für den Einsatz der Optimal Matching Technik im konkreten Anwendungsbezug enthalten, gehen auf Ergebnisse der vorgenommenen Korrelationsbetrachtungen innerhalb der einzelnen Variationen ein.

- Darstellungsweise der Wege-Aktivitätenmuster

- Grobstruktur des Zustandsraumes
  Starke strukturelle Unterschiede der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ führen offensichtlich zu völlig anderen Ergebnissen der Optimal Matching Technik. Es stellt sich die Frage, welche der

beiden handlungstypspezifischen Alternativen die Basis für die Definition der Zustandselemente **z** der Wege-Aktivitätenmuster s bilden sollen. Inhaltliche Gründe sprechen gegen den Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{wa}^{\mathbf{X}})$, dessen Ableitung ein Ergebnis der empirischen Fundierung (vgl. Abschnitt 5.3.5) darstellt, da jener die Wirklichkeit des Raum-Zeit-Verhaltens nur unbefriedigend widerspiegelt:

- *Erstens* sind obligatorische und nicht-obligatorische Tätigkeitstypen a^{Typ}_i zu mehrkategorialen Merkmalswerten $s(y^x)$ zusammengefasst, die Zustandssegmente $s_l(\mathbf{y}^{\mathbf{x}})$ beschreiben, was aus inhaltlichen Gründen als problematisch erachtet wird.
- *Zweitens* erscheint die Differenziertheit der Abbildung des beobachteten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens mit einem Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{wa}^{\mathbf{X}})$, der lediglich 7 Zustände $\mathbf{wa}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$ einschließt ($\mathbf{Z}(\mathbf{wa}^{\mathbf{X}}) \subset Z_2(w^{Vm}) \times Z_2(a^{Typ})$), relativ grob, davon ausgehend, dass der maximale Zustandsraum 25 Zustände $\mathbf{wa}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$ umfasst ($Z(\mathbf{wa}^{\mathbf{X}}) = Z_2(w^{Vm}) \times Z_2(a^{Typ})$).

- Feinstruktur des Zustandsraumes
  Folgende fundamentale Relation zeichnet sich bei einer Veränderung des Umfangs der Zustandsräume $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ ab: Je kürzer die ursprüngliche Dauer eines Ausgangszustandes **z** ist, der in Subzustände aufgeschlüsselt wird, desto geringere Effekte ergeben sich. Vor dem Hintergrund der Datenmöglichkeiten des MOP spricht die erzielbare Abbildungsgenauigkeit des erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens für folgende Variante: Ein Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{\mathbf{X}})$, dessen fünf Zustände $\mathbf{a}^{\mathbf{X}}$ sich durch verschiedene Ausprägungen a^{Typ}_i des Merkmals Tätigkeitstyp unterscheiden, und ein zweiter $\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{\mathbf{X}})$, der sich aus fünf Zuständen $\mathbf{w}^{\mathbf{X}}$ verschiedener Merkmalswerte w^{Vm}_i der Fortbewegungsart konstituiert, sollen den zugrunde gelegten Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ bilden.

- Zeitraster
  Nicht folgenlos auf die berechneten Abstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ der Optimal Matching Technik zwischen Wege-Aktivitätenmustern s in Intervallreihenschreibweise bleibt eine Ausdehnung der Länge der diskreten Zeitintervalle Δt. Trotz der erzielten sehr starken Korrelationen r bis zu einem Zeitraster Δt von ca. 30 Minuten erscheint es ratsam, bei Sequenzvergleichsanalysen auf die „sichere Seite“ zu gehen: Ein Zeitraster Δt bis maximal 10 Minuten stellt die obere Grenze dar.

- Transformationskosten

Wie bereits diskutiert, deutet der relativ geringe lineare Zusammenhang bei der Variation der Transformationskosten C_ω darauf hin, dass deren Festsetzung Auswirkungen auf die Ergebnisse der Optimal Matching Technik haben. Das heißt: Die inhaltliche Auseinandersetzung mit der Fragestellung der subjektiven Beurteilung von Zustandsübergängen - dem Ersetzen ($\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}}$), dem Löschen ($\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\varnothing$) und dem Einfügen ($\varnothing,\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$) - beim individuellen Zeitplanungsverhalten bzw. der Bewertung von Zuständen $\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}}$ des realisierten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten eröffnet die Chance anwendungsspezifische Aspekte daraus abgeleiteter Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}},\omega)$ in die Bestimmung der (Un-)ähnlichkeit zwischen Wege-Aktivitätenmustern einfließen zu lassen. Das heißt: Der Sequenzabstand $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ schließt den operationsspezifischen Zustandsabstand $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}},\omega)$ ein.

- *Erstens* steht einer Verwendung zustandsabhängiger Aufwandswerte C_ω nichts entgegen. Es ist davon auszugehen, dass die operationsspezifischen Distanzen $\Delta P(\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{i}},\mathbf{y}^{\mathbf{X}}_{\mathbf{j}},\omega)$ auf der Basis

des Prioritätenkonzeptes der vorgenommene empirische Abschätzung (vgl. Kapitel 5) entsprechende Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{x}_{i},\mathbf{y}^{x}_{j},\omega)$ bei Zustandsübergängen zwischen verschiedenen Handlungen Y wirklichkeitsnäher im Vergleich zu einer Nichtberücksichtigung jener abbilden.

- *Zweitens* ist die inhaltliche Ausrichtung beider Aufwandswertearten ω sinnvoll, obwohl ein Verzicht darauf bei Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ nur mit geringen Auswirkungen auf die Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ der Optimal Matching Technik verbunden ist.
- *Drittens* zeigt die Abschätzung des Größenverhältnisses von Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ und Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ bei zustandsabhängiger Ausrichtung beider, dass tendenziell im Abstandsmaß $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ eher die Abbildung der Zustands(un-)ähnlichkeit solitärer Zustandselemente $\mathbf{z}^{s}$ und der Abfolgeähnlichkeit gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^{g}$ als deren Verschiebung berücksichtigt wird. Sachlogische Erwägungen sprechen indessen eindeutig für diese Orientierung: Der Distanzindex $D_{bio}(s,š)_{s,š\in S}$ soll durchaus berücksichtigen, falls Wege-Aktivitätemuster s mit nahezu gleicher Zustandselementkomposition zeitlich gegeneinander verschoben sind. Unzureichend erkannt werden sonst möglicherweise Abweichungen der zeitlichen Lage gleicher Zustände **z** - insbesondere der für die Verkehrsplanung relevanten Ortsveränderungen („Spitzenstunde“) -, die dadurch in der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie nicht ausreichend zum Ausdruck kommen.

7 ANWENDUNG DES MULTIMETHODENANSATZES: BILDUNG UND ERKLÄRUNG EINER WEGE-AKTIVITÄTENMUSTER-TYPOLOGIE AUF WOCHEN-BASIS

7.1 Einleitung

Gegenstand von Kapitel 7 ist der anwendungsbezogene Einsatz des musterorientierten Multi-methodenansatzes unter Verwendung der Optimal Matching Technik zur Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens. Um die praktische Verwendbarkeit zu demonstrieren und damit die Potenziale der erarbeiteten Analysestrategie aufzuzeigen, behandelt der nachstehende Teil die empirische Analyse der Variabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - dargestellt als Wege-Aktivitätenmuster s - unterschiedlicher Personen auf Wochenbasis.

7.2 Konzeptioneller Rahmen

Konzeptionelle Grundlage für die gewählte Analysestrategie bilden die in Abschnitt 4.3 dargelegten theoretischen Zusammenhänge, die wiederum auf dem in Abschnitt 2.2 erläuterten Grundansatz zur Erklärung der Verkehrsentstehung beruhen. Ausgehend von diesem Gerüst verbleibt für die nachfolgende Untersuchung lediglich ein wesentlicher Teilaspekt zu klären: In Abhängigkeit der Analyseperspektive, ob aus intra- oder interpersoneller Sicht, stellt sich jeweils die Aufgabe der Festlegung der zeitlichen Ausdehnung und Lage des Untersuchungszeitabschnittes. Das für die vorliegende Arbeit zur Verfügung stehende Datenmaterial des MOP setzt hier eine Grenze: Dieses fixiert die maximale zeitliche Ausdehnung der Untersuchung auf eine Woche. Im Vordergrund des vorliegenden Anwendungsfalls steht die Analyse von Unterschieden im Raum-Zeit-Verhalten zwischen Personen im Mittelpunkt und bildet die Klassifikationsbasis, ohne jedoch die intra-personelle Sichtweise zu vernachlässigen.

- Analyse von interpersonellen Unterschieden im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten: Festlegung Makrozeitabschnitt

Statt lediglich einzelne Tage oder Tageskategorien (z. B. Wochenende, Werktage) zu betrachten, geht die Analyse von interpersonellen Abweichungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten von der kompletten Woche als Betrachtungseinheit aus, ohne Zeitabschnitte (z. B. die Nachtstunden [vgl. Becker 1981]) auszublenden. Inhaltliche Gründe dafür sind:

- *erstens* die Maximierung der interpersonellen Erklärbarkeit des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens unter Wahrung der Möglichkeiten der vorhandenen Datengrundlage,
- *zweitens* die Orientierung an der Woche als Einheit der individuellen Zeitplanung des mittel-fristigen Zeithorizontes [u. a. Kunert 1992, Dollase 2000a],
- *drittens* die Einbeziehung unterschiedlicher, durch institutionelle Zeitordnungen geprägter Tageskategorien (Wochenendtage, Werktage usw.),

- *viertens* das Erkennen von Stabilitäten und Variabilitäten im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten im intrapersonellen Kontext und
- *fünftens* die Beachtung vollständiger Tagesabläufe und damit des gesamten zeitlichen Spektrums von Handlungen Y (z. B. Nachtarbeit, nächtliche Freizeit).

Im Rahmen des Exkurses III erfolgt zusätzlich eine Analyse der interpersonellen Variabilität auf der Grundlage alternativer Festlegungen des Makrozeitabschnittes (Tageskategorien bzw. einzelne Tage). Dabei besteht die Zielstellung zu untersuchen, welche Erklärungsgrößen k für entsprechende Wege-Aktivitätenmuster-Typologien eine signifikante Trennwirkung aufweisen.

- Analyse von intrapersonellen Abweichungen im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf der Grundlage der Wege-Aktivitätenmuster-Typen: Festlegung Makrozeitabschnitt

Innerhalb der definierten übergeordneten Zeitebene der Woche variiert wiederum das Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten einer Person von Tagestyp zu Tagestyp, von Tag zu Tag, von Stundengruppe zu Stundengruppe usw. Wegen der zeitlichen Geschlossenheit der Einheit Tag wird im Untersuchungsfall je Cluster S_i die intrapersonelle Tag zu Tag Verhaltensvariabilität analysiert.

- Vorgehensweise

In Ergänzung zum Grundkonzept des vorgestellten musterorientierten Multimethodenansatzes (vgl. Abschnitt 4.2, vgl. Abbildung 4-1) schließt das zugrundegelegte Vorgehen einen zusätzlichen explorativen Untersuchungsschritt ein. Demnach erstreckt sich die Analyse mit den dazugehörigen statistischen Verfahren über folgende Stufen:

1. Berechnung der Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen den Wege-Aktivitätenmustern s mit s, š $\in$S auf Wochenbasis (interpersonelle Analyseebene) durch Anwendung der Optimal Matching Technik
2. Klassifizierung der Sequenzen s mit s $\in$ S zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i durch clusteranalytische Fusionierung
3. Ermittlung von Sequenzabständen $D(s_d,š_d)_{s_d,š_d \in S_d}$ der in Einzeltage d unterteilten Wege-Aktivitätenmuster s zu s_d im Tag zu Tag Vergleich (intrapersonelle Analyseebene) je Cluster S_i mit Hilfe der Optimal Matching Technik
4. Vorhersage der Affinität zu den gebildeten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auf Personenebene anhand von Sets $\mathbf{k_j}$ der Merkmalswerte k_j von Individual- und Kontextvariablen k durch Verwendung der multinomialen Logit-Analyse

7.3 Datenorganisation

Empirische Basis der vorliegenden Arbeit bilden die Daten zum Verkehrsverhalten des MOP (vgl. Exkurs II). Die Nutzung der Paneldaten aus den verschiedenen Wellen für die Datenanalyse erfordert Arbeitsschritte der Datenorganisation. Ein Fall entspricht einem Datensatz bestehend aus Personen-, Haushalts- und Wegedaten einer Person und einer Welle. Der Datenbestand der Wellen 1997 und 1998 wird zusammengefasst („Datenpooling“) und als einzige Querschnittsuntersuchung behandelt. Folgende Kriterien bestimmen die Auswahl und Anzahl der Fälle:

- *Erstens* kommen zur Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens auf Wochenbasis aus inhaltlichen Erwägungen nur Fälle aus „Normalwochen" - das heißt Wochen ohne Feiertage - infrage. Da sowohl das Raum-Zeit-Verhalten am Feiertag als auch an den angrenzenden Tagen deutlich von demjenigen der „Normalwoche" abweicht, begründet dieses Vorgehen [vgl. Kunert 1992].
- *Zweitens* setzt die Leistungsfähigkeit bzw. Kapazität der zur Verfügung stehenden Soft- und Hardware (Berechnungszeit, Dateigrößen usw.) Grenzen: Datensätze mit Fallzahlen um ca. 2200 Fälle über eine Woche sind unter den vorhandenen Randbedingungen gerade noch mit vertretbarem Aufwand zu bewältigen.
- *Drittens* findet im Gegensatz zu *Lipps* [2001] kein Ausschluss von Fällen statt, die durch besondere Umstände wie Krankheit, Urlaub usw. betroffen sind. Es wird die Auffassung vertreten, dass es sich dabei um völlig normale Situationen des Alltagsverhaltens handelt, die keinesfalls eine Weglassung rechtfertigen. Im Gegenteil: Eine realitätsnahe Abbildung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens erfordert eine Einbeziehung entsprechender Fälle, um die intrapersonelle Variabilität umfassender zu berücksichtigen [vgl. Kunert 1992, Schlich 2003].

Die erreichte Fallzahl beträgt 2247, was eher eine untere Grenze für empirische Analysen dieser Art darstellt und somit nahe legt, jene als Teststudie zu verstehen. Eine Gewichtung der Rohdaten muss infolge des Datenpoolings unterbleiben [vgl. Chlond et al. 2003].

7.4 Explorative Analysestufe - Ableitung der Wege-Aktivitätenmuster-typologie für interpersonelle Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten auf Wochenbasis

7.4.1 Vorbereitung der Datenanalyse

Das im Folgenden erläuterte Vorgehen stützt sich auf Hinweise, welche das Resultat der durchgeführten Sensitivitätsanalyse (vgl. Abschnitt 6.4) darstellen.

- Abbildung des erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens als Wege-Aktivitätenmuster

Da bereits Abschnitt 6.2.4 analoge Schritte der Datenaufbereitung zur Abbildung des beobachteten Raum-Zeit-Verhaltens als Sequenz beschreibt (vgl. Abbildung 6.4), reduziert sich die folgende Darstellung im Wesentlichen auf die konkrete Umsetzung im Analysefall.

1. Rekonstruktion der Zustände **z**: Die Bildung einer durchgängigen Abfolge ($\mathbf{z}^{w}_{1}$, $\mathbf{z}^{a}_{2}$, $\check{\mathbf{z}}^{w}_{3}$, $\check{\mathbf{z}}^{a}_{4}$...) von Zustandselementen mit $\mathbf{z}^{w}_{k}$, $\mathbf{z}^{a}_{k+1} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{X})$ aus Wegedaten des MOP führt zu einem Wege-Aktivitätenmuster s mit $s \in S$ in der Sequenzform der Ereignisdauerreihe.
2. Elementbildung: Durch Unterteilung der stetigen in zeitdiskrete Zustandselemente **z** anhand der bereits formulierten Zuordnungsregel (vgl. Abschnitt 6.2.1) folgt aus der Sequenzform der Ereignisdauerreihe diejenige der Intervallreihe. Ein Zeitraster Δt von 10 Minuten erscheint angemessen, ohne merkliche Informationsverluste infolge der unvollkommenen Abbildung des erfassten Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens hinnehmen zu müssen (vgl. Abschnitt 6.2.4).
3. (Re-)Definition der Zustände **z**: Ausgehend von getrennten handlungstypspezifischen Zustandsräumen $\mathbf{Z}(\mathbf{a}^{X})$ und $\mathbf{Z}(\mathbf{w}^{X})$ konstituieren sich diese aus je fünf Zuständen **z**. Zu deren Beschreibung liegt jeweils ein einziger Merkmalswerteraum $Z_2(a^{Typ})$ bzw. $Z_2(w^{Vm})$ mit je fünf Merkmalswerten des Aktivitätstyps a^{Typ}_{i} ($Z_2(a^{Typ})$ = {Arbeit / dienstlich, Bilden, Einkaufen /

Service, Freizeit, zu Hause} bzw. der Fortbewegungsart w^{Vm}_i ($Z_2(w^{Vm})$ = {zu Fuß, Fahrrad, MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer, ÖV-Nutzung}) zugrunde.

- Festlegung der Transformationsaufwandswerte

Inhaltlich am Untersuchungsobjekt orientierte folglich zustandsabhängige Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\check{\mathbf{z}})$ und Indelaufwandswerte $C_{ind}(\mathbf{z})$ gehen als a-priori festzusetzende Parameter der Optimal Matching Technik ein (vgl. Kapitel 5). Diese sind in Anhang E (Tabelle E-3) dokumentiert.

7.4.2 Durchführung der explorativen Datenanalyse

Entsprechend dem in Abschnitt 4.2 erläuterten Untersuchungskonzept greift der nachstehende Teil die einzelnen Schritte der strukturen-erkennenden Datenanalyse auf.

- Bestimmung der Distanzmatrix der Wege-Aktivitätenmuster
  Mit Hilfe der Optimal Matching Technik (vgl. Abschnitt 4.4) erfolgt die Berechnung der paarweisen Sequenzabstände $D_{bio}(s,\check{s})_{s,\check{s}\in S}$ zwischen allen 2247 erzeugten Wege-Aktivitätenmustern s mit $s \in S$ auf Wochenbasis. Für diesen Zweck kommt die eigens konzipierte und programmtechnisch umgesetzte Software **OM** zum Einsatz (vgl. Anhang F), in welcher der Berechnungsalgorithmus der Optimal Matching Technik implementiert ist. Als Ergebnis folgt eine Sequenzabstandsmatrix **D**.

- Durchführung der Clusteranalyse
  Der nächste Schritt umfasst die Klassifikation der Wege-Aktivitätenmuster s mit Hilfe der Clusteranalyse (vgl. Abschnitt 4.6). Da der Fusionsalgorithmus des Ward-Verfahrens hierfür günstige Eigenschaften aufweist, wie aus mehreren fachbezogenen Literaturquellen hervorgeht [u. a. Holzapfel 1980, Becker 1981, Schmiedel 1984], fällt die Wahl auf diese Methode. Als Eingangsdatensatz steht die quadrierte Sequenzabstandsmatrix $\mathbf{D^2}$ aus dem vorherigen Schritt der Sequenzvergleichsanalyse zur Verfügung. Als agglomerativ-hierarchische Methode fasst das Ward-Verfahren Schritt für Schritt einzelne Wege-Aktivitätenmuster s bzw. Klassen S_i nach dem Zielkriterium der Minimierung eines Verschiedenheitsindizes - hier der Fehlerquadratsumme ΔQS - zusammen [u. a. Bacher 1994, Bortz 1999]. Das benutzte Programm ClustanGraphics[20] berechnet demzufolge Wege-Aktivitätenmuster-Typologien mit unterschiedlicher Clusterzahl l. Das heißt: Als Resultat sind für jede Fusionsstufe die Zuordnungen der einzelnen Wege-Aktivitätenmuster s mit $s \in S$ zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i bekannt, wie das Dendrogramm (vgl. Abbildung 7-1) illustriert.

- Festlegung der Clusteranzahl
  Ausgangspunkt zur Festlegung der Clusteranzahl l ist zunächst ein vorab definierter Korridor von 6 bis 12 Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i, dessen grobe Spanne sich wie folgt orientiert:
  - *einerseits* an der Fallzahl des Ausgangsdatensatzes zur Vermeidung schwach besetzter Cluster S_i und
  - *andererseits* an der letztlich beibehaltenen Partitionszahl l anderer einschlägiger Forschungsarbeiten (vgl. Tabelle 3-4).

  Die Konkretisierung der Clusterlösung bedarf der Formulierung weiterer Kriterien:

[20] Hersteller: Clustan Ltd, Edinburgh, Scotland UK

- *Erstens* liefert das Struktogramm (vgl. Abbildung 7-2) Anhaltspunkte zur Identifikation von Clusterlösungen. Der Ermittlung der Clusterzahl I liegt folgendes Optimierungskriterium zugrunde: Es sollen unter Minimierung des Zuwachses der Fehlerquadratsumme ΔQS möglichst wenige Partitionen S_i erzeugt werden. Tritt ein deutlicher Knick im Verlauf der Kurve auf, kann gefolgert werden: Aus einer Verringerung der Anzahl der Typen S_i resultiert ein großer Zuwachs beim Verschiedenheitsindex ΔQS. Diese Stelle im Struktogramm indiziert, wie viele Cluster S_i gebildet werden sollen [u.a. Bacher 1994, Bortz 1999].
- Als *zweites* Entscheidungsmoment kommt hinzu, dass die einzelnen Partitionen S_i mindestens 25 Wege-Aktivitätenmuster s enthalten sollten. Diese Mindestfallzahl erfordert das im nächsten Analyseschritt des Multimethodenansatzes verwendete multinomiale Logit-Modell für die Modellschätzung (vgl. Abschnitt 4.6.2).
- *Drittens* findet eine Rückkopplung zum induktiven Schritt - der multinomialen Logit-Analyse - statt, um die Erklärbarkeit der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i durch Merkmale k der Person, des Haushaltes usw. zu berücksichtigen: Je nach Güte des multinomialen Logit-Modells - ausgedrückt durch den Pseudo-R^2 Wert (vgl. Abschnitt 7.6.3.3) - bei den verschiedenen Clusterlösungen, sagt dies auch etwas darüber aus, ob und inwieweit eine inhaltliche Deutung der jeweiligen Clusterlösung besser oder schlechter gelingt. Basis der Überprüfung ist per Definition das endgültige, über signifikante Erklärungsgrößen k spezifizierte Logit-Modell, das zur 7er Clusterlösung gehört. Erreicht der Pseudo-R^2 Wert die Marke über 0,2 kann nach *Urban* [1993] und *Andreß et al.* [1997] die Modellgüte als gut bezeichnet werden.

Die Bewertungsmatrix (vgl. Tabelle 7-1) zeigt: Bei der Synthese der Beurteilungen erreicht nur die aus sieben Partitionen S_i bestehende Clusterlösung bei allen drei Kriterien positive Einschätzungen, so dass jene Einteilung genommen wird.

Tabelle 7-1: Eingrenzung der gewählten Clusterlösung

Clusterlösung / **Kriterien**	**Anzahl der Cluster**						
	6	7	8	9	10	11	12
1. Minimierung des Zuwachses an Fehlerquadratsumme	☒	☑	☒	☒	☑	☒	☒
2. Erreichen der Mindestfallzahl (n >25 Fälle) je Cluster S_i	☑	☑	☑	☒	☒	☒	☒
3. Erklärbarkeit der Clusterlösung	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
Synthese der Kriterien	☒	☑	☒	☒	☒	☒	☒

Legende: ☒ nicht erfüllt ☑ erfüllt

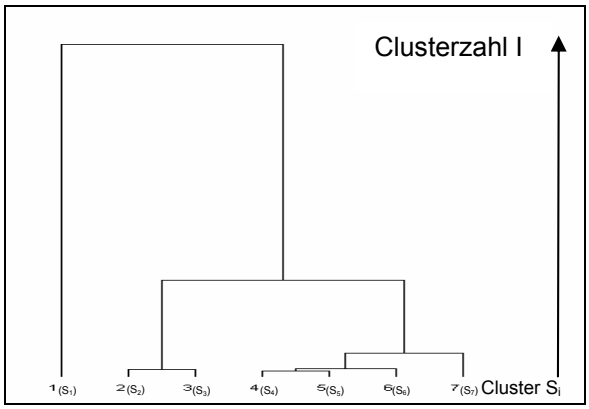


Abbildung 7-1: Dendrogramm in qualitativer Darstellungsform über die letzten Fusionsstufen

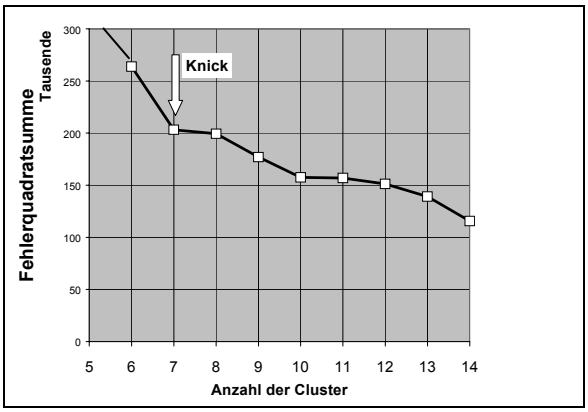


Abbildung 7-2: Ausschnitt aus dem Struktogramm der Clusteranalyse

7.4.3 Vergleichende Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie

7.4.3.1 Grundlagen

Bevor auf die eigentliche inhaltliche Vergleichsanalyse der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i eingegangen wird, befasst sich der nachfolgende Teil mit den dazu notwendigen Vorarbeiten.

- Erstellung von Wege-Aktivitätsprofilen
  Zur Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i ist die Darstellungsform des Wege-Aktivitätsprofils prädestiniert. Die Aggregierung der Zustände **z** im 1-Stunden Zeitraster[21] Δt erscheint als Ergebnis einer Abwägung der gegenläufigen Kriterien Genauigkeit und Übersichtlichkeit der Wege-Aktivitätsprofile für den Anwendungsfall mit der Woche als Makrozeitabschnitt angemessen. Das heißt: Die Anteilswerte der einzelnen Zustände **z** geben darüber Aufschluss, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass ein bestimmter Zustand **z** während des Zeitintervalls Δt realisiert wird [vgl. u. a. Kutter 1972, Holzapfel 1980, Becker 1981].
- Messung der Heterogenität in den Wege-Aktivitätsprofilen der Wege-Aktivitätenmuster-Typen
  Um auf der Basis der gewählten Darstellungsweise der Cluster S_i als Wege-Aktivitätsprofile die Unterschiedlichkeit innerhalb der Partitionen S_i zu quantifizieren, ist eine Kenngröße zur Bestimmung der Heterogenität von Zustandsverteilungen heranzuziehen. Aus *Coulter* [1989] wird folgender Ansatz aufgegriffen: Zur Ermittlung der Intraclusterheterogenität eignet sich das standardisierte Entropie-Maß E_{st}, das sich für jedes Zeitintervall Δt der Wege-Aktivitätsprofile oder anderer Zustandsverteilungen gesondert berechnen lässt (vgl. Gleichung 7-1).

Gleichung 7-1:
$$E_{st} = \frac{-\sum_{i=1}^{k} p_i \cdot \log_2(p_i)}{\log_2(k)}$$

E_{st} Entropie-Maß im Zeitintervall Δt
p_i relative Anteile der Zustände (**z** bzw. andere) im Zeitintervall Δt
k Anzahl der Zustände (**z** bzw. andere) der Zustandsverteilung

[21] Beim 1-Stunden-Zeitintervall als Aggregierungsbasis der Zustände **z** handelt es sich um das üblicherweise in anderen einschlägigen Forschungsarbeiten [u. a. Holzapfel 1980, Becker 1981] verwendete Zeitraster zur Erstellung von Wege-Aktivitätsprofilen.

Folgende Eigenschaften charakterisieren den Heterogenitätsindex E_{st}

- Zustände mit vergleichsweise geringeren Häufigkeitswerten gehen überproportional in die Maßzahl ein. Dies wird durch eine Gewichtung der Anteile mit dem Logarithmus erreicht. Entsprechend reagiert der Entropie-Index E_{st} sensibel auf geringe Veränderungen bzw. Unterschiede der Zeitquanten der Zustände [Coulter 1989, Franzmann et al. 1999]. Inhaltliche Argumente sprechen für diese Gewichtung: Die für die Verkehrsforschung besonders relevanten verkehrsmittelspezifischen Zeitanteile für Ortsveränderungen, deren zeitlicher Umfang im Verhältnis zu den Zeitquanten der verschiedenen Tätigkeiten nach dem Aktivitätstyp klein ist, werden somit in der Maßzahl überproportional berücksichtigt.
- Besteht die Verteilung nur aus einem einzigen Zustand, ergibt der standardisierte Heterogenitätsindex E_{st} den Wert null -, d. h. es wird die maximale Homogenität erreicht. Umgekehrt führt eine Gleichverteilung der Zustände zu einem standardisierten Entropie-Wert E_{st} von eins [Coulter 1989, Franzmann et al. 1999].

- Ermittlung der Binnen- und der Zwischenclustervarianz

  Zur Beurteilung der Klassifikation dienen zwei Maße: die Binnenclustervarianz zur Bewertung der internen Homogenität und die Zwischenclustervarianz zur Einschätzung der externen Heterogenität. Dabei lässt sich die Gesamtvarianz C_{xxt} in die Binnen- C_{xxw} und die Zwischenclustervarianz C_{xxb} zerlegen (vgl. Gleichung 7-2) [vgl. Bortz 1999].

Gleichung 7-2: $C_{xxt} = C_{xxw} + C_{xxb}$

C_{xxt}	Gesamtvarianz
C_{xxw}	Binnenclustervarianz (w steht für „within“)
C_{xxb}	Zwischenclustervarianz (b steht für „between“)

Folgende Formeln beschreiben die Berechnung der einzelnen Teile der Quadratsummenzerlegung [vgl. Bortz 1999].

Gleichung 7-3: $$C_{xxt} = \sum_i \sum_j \left(x_{ij} - \overline{x}\right)^2$$

Gleichung 7-4: $$C_{xxw} = \sum_i \sum_j \left(x_{ij} - \overline{x}_i\right)^2$$

Gleichung 7-5: $$C_{xxb} = I \cdot \sum_i \left(\overline{x}_i - \overline{x}\right)^2$$

$\overline{x}$	arithmetischer Mittelwert des Merkmals x aller Fälle s der Sequenzmenge S
$\overline{x}_i$	arithmetischer Mittelwert des Merkmals x aller Fälle j des Clusters S_i
I	Anzahl der Cluster S_i
x_{ij}	Wert des Merkmals des j-ten Falles des Clusters S_i

7.4.3.2 Kenngrößen und Validität der Clusterlösung

- Fallzahl der Cluster

Wie Tabelle 7-2 zeigt, weichen die Fallzahlen der Partitionen S_i erheblich voneinander ab. Als Extreme identifizierbar sind

- Cluster S_1 als größte Gruppierung der Typologie mit 1005 Wege-Aktivitätenmustern s (44,1 %), das sich deutlich von den anderen Partitionen S_i absetzt, und
- Cluster S_6 mit der geringsten Besetzung lediglich 44[22] Wege-Aktivitätenmustern s (2,0 %) umfassend, das ebenso einen großen Abstand zu dem zweitkleinsten Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5 aufweist.

- Ähnlichkeiten der Cluster

Unter Hinzuziehung des Dendrogramms der Clusteranalyse (vgl. Abbildung 7-1), das darüber Aufschluss gibt, welche Cluster S_i ähnlicher bzw. unähnlicher sind, wird im betrachteten Ausschnitt deutlich:

- Cluster S_1 bleibt im Agglomerationsprozess der letzten Stufen unverändert und fusioniert erst zum Schluss mit den bereits zusammengefassten anderen Wege-Aktivitätenmuster-Typen, was eine große Verschiedenheit zu diesen anzeigt. Auffallend ist, dass keine weitere Unterteilung von Cluster S_1 trotz dessen großer Fallzahl gelingt.
- Cluster S_2 und S_3 sowie Cluster S_4, S_5 und S_6 weisen jeweils Ähnlichkeiten auf, da diese am Anfang des Prozesses zusammengefasst werden.
- Cluster S_7 weicht relativ stark von den anderen Partitionen ab, da es erst auf der drittletzten Stufe an die bereits gruppierten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_4, S_5 und S_6 angelagert wird.

- Interne Homogenität und externe Heterogenität der Clusterlösung

- Anteile der Binnen- und der Zwischenclustervarianz an der Gesamtvarianz

  Die Beurteilung der internen Homogenität und der externen Heterogenität der gebildeten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie anhand der Varianzen der berechneten Sequenzabstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ (vgl. Gleichungen 7-2 bis 7-5) zeigt: Anteile der Binnenclustervarianz C_{xxw} von lediglich 5,5% an der Gesamtvarianz C_{xxt} stehen dafür, dass Wege-Aktivitätenmuster s desselben Typus S_i untereinander ähnlich sind. Demgegenüber indiziert der Anteil der Zwischenclustervarianz C_{xxb} von 94,5 % an der Gesamtvarianz C_{xxt} eine große Unähnlichkeit zwischen den verschiedenen Clustern S_i (vgl. Anhang G, Tabelle G-5).

- standardisierte Entropie

  Zur Beurteilung der Heterogenität der erstellten Wege-Aktivitätsprofile je Cluster S_i dient die Ermittlung der standardisierten Entropie-Werte E_{st} (vgl. Gleichung 7-1) auf Stundenintervall-Basis als Mittelwert über die gesamte Woche, wie Tabelle 7-2 zeigt. Dessen Spanne reicht von 25,3 dem niedrigsten durchschnittlichen Entropie-Wert E_{st} bei Cluster S_1 bis zu 43,6 dem höchsten Index bei Cluster S_6.

  Aus dem Vergleich der standardisierten Entropie-Indizes E_{st} der sieben Wege-Aktivitätsprofile gegenüber der nicht-klassifizierten Zustandsverteilung aller Fälle (1er Clusterlösung) geht

[22] Damit gilt die von *Kutter* [1972] formulierte Anforderung einer Fallzahl von mindestens 30 bis 50 gerade als erfüllt.

hervor: Die erfolgte Typenbildung führt zu einer Heterogenitätsreduktion in den Wege-Aktivitätsprofilen mit der Ausnahme von Cluster S_6.

Tabelle 7-2: Information zur Clusterlösung

Cluster S_i	Clustergröße (Anzahl j der Sequenzen s je Cluster S_i)		Mittelwert der standardisierten Entropie E_{st} aus aggregierter Zustandsverteilung (auf Stundenbasis)	Mittelwert der Sequenzdistanzen	Varianz der Sequenzdistanzen
	j	%	[-]	[-]	[-]
1	1005	44,7	25,3	50,4	247,82
2	180	8,0	27,1	79,5	1456,25
3	416	18,5	32,3	87,9	480,75
4	192	8,5	32,8	92,3	725,04
5	150	6,7	34,8	89,4	278,25
6	44	2,0	43,1	122,0	693,78
7	260	11,6	27,4	66,1	407,85
gesamt	2247	100,0	35,6	101,67	1604,18

7.4.3.3 Darstellungsstrategie

Zur Beantwortung der Fragestellung, welche charakteristischen Unterschiede zwischen den sieben Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i der gefundenen Clusterlösung bestehen, sind die einzelnen Partitionen S_i zu beschreiben und gegenüberzustellen. Dies geschieht auf zwei Analyseebenen:

- *Erstens* bilden die erstellten Wege-Aktivitätsprofile (vgl. Abbildung 7-7 bis 7-13) die Basis zur Herausarbeitung von Unterschieden zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. Relevante Parameter sind dabei die Zeitanteile der Zustände **z.**
- *Zweitens* erfolgt auf einer nachgelagerten Stufe je Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i die wege-orientierte[23] Analyse ausgewählter Kenngrößen des Verkehrsverhaltens (vgl. Tabelle 7-3), die nicht ursächlich zur Abgrenzung der Cluster S_i beigetragen haben. Abzuleiten sind diese Indikatoren aus dem Datenmaterial des MOP.

Innerhalb des gewählten Makrozeitabschnittes der Woche als Basis zur interpersonellen Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens existieren untergeordnete Zeitebenen (vgl. Tabelle 7-3). Statt die einzelnen Cluster S_i getrennt zu behandeln, findet eine übergreifende Vergleichsanalyse statt. Eine bessere Strukturierung der Darstellung ermöglicht dabei eine zweistufige Erläuterungs-strategie:

- *Erstens* erleichtert - soweit inhaltlich vertretbar – in einer ersten Phase eine Zusammenfassung mehrerer Cluster S_i und / oder Betrachtungszeiteinheiten zu gröberen Einheiten unter der Voraussetzung vorhandener Gemeinsamkeiten die Charakterisierung.

[23] Trotz der geäußerten Einwände an der Auswertestrategie auf der Basis einzelner Ortsveränderungen bzw. deren Kombination zu Wegeketten [u. a. Holz-Rau 1990, Trauer 1990, Kutter 2003] bilden jene dennoch die Grundeinheit der Analyse in der nachstehenden Teststudie. Auch viele andere aktuelle Arbeiten [u. a. Schadt et al. 2001; Kloas et al. 2001] auf gleicher Datenbasis des MOP operieren auf wegeorientierter Basis. Motiv ist u. a. die Verfügbarkeit entsprechend aufbereiteter Ausgangsdaten. Anstoß nehmen die Kritiker an der für Analyse- bzw. Modellierungszwecke nicht angemessenen Abbildung des tatsächlichen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens auf Wegebasis: Als Grund führt Kutter [2003] u. a. eine geringere Validität der Erfassung disponibler Tätigkeiten infolge unterschiedlicher Wertigkeiten von Aktivitäten an.

- *Zweitens* lassen sich daran anschließend existierende Abweichungen unter den aggregierten Beschreibungseinheiten herausarbeiten.

Tabelle 7-3: Kenngrößen und Betrachtungszeitebenen der Darstellung

Zeitebene **Parameter**	**Woche**	**Tag**	**Tagesverlauf**
Zeitverwendung (Abgrenzungsparameter):			
Aktivitäten und Ortsveränderungen	☑	☑	☑
Kenngrößen des Verkehrsverhaltens (abgeleitete Parameter):			
- Außer-Haus-Anteil	☑	☒	☒
- wegebezogene Verkehrsmittelnutzung	☑	☒	☒
- Ortsveränderungszahl	☑	☒	☒
- Entfernung	☑	☒	☒
- Wegekette	☑	☒	☒
Legende: ☑ erläutert ☒ nicht erläutert			

Unterschiede zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i werden erkannt, indem deren Beschreibungsgrößen in Relation zur gesamten Typologie - das heißt zu allen Fällen (Menge S aller Sequenzen s) - gesetzt werden. Zur Veranschaulichung der clusterspezifischen Abweichungen dienen Diagramme in der Darstellungsform eines Spinnenetzes (vgl. Anhang G, Abbildung G-1 bis G-7).

7.4.3.4 Wege-Aktivitätsprofile auf verschiedenen Zeitebenen

a) Zeitebene Woche: Zeitverwendung für Tätigkeiten und Ortsveränderungen

- Zeitverwendung für Tätigkeiten

Anhand fehlender oder vorhandener Zeitbudgets für die Pflichtaktivitäten Arbeiten / dienstlich auf der *einen Seite* und Ausbildung auf der *anderen Seite* lässt sich vorweg eine grobe Abgrenzung der Cluster S_i in drei Grobkategorien vornehmen. Je nach Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i zeichnet sich die Wirksamkeit unterschiedlicher gesellschaftlich-institutioneller Zeitordnungen ab (vgl. Anhang G, Tabelle G-I):

- Cluster S_1 *(„disponible Tätigkeiten")*
  Bei Cluster S_1 erreichen obligatorische Aktivitäten äußerst geringe Zeitanteile. Es ist diejenige Partition mit der am Abstand größten häuslichen Zeitbindung und im Gegenzug mit dem geringsten zeitlichen Umfang für Außer-Haus Aktivitäten sowie der niedrigsten Unterwegszeit. Wird das Haus verlassen, so handelt es sich fast ausschließlich um Freizeitaktivitäten oder Einkaufs / Service Tätigkeiten, wobei das Zeitbudget letzterer im Vergleich zu allen Fällen weit überproportional ist. Lediglich der allgemein wirksame Taktgeber Ladenöffnungszeiten spielt eine Rolle (vgl. Abbildungen 7-3 und 7-4).

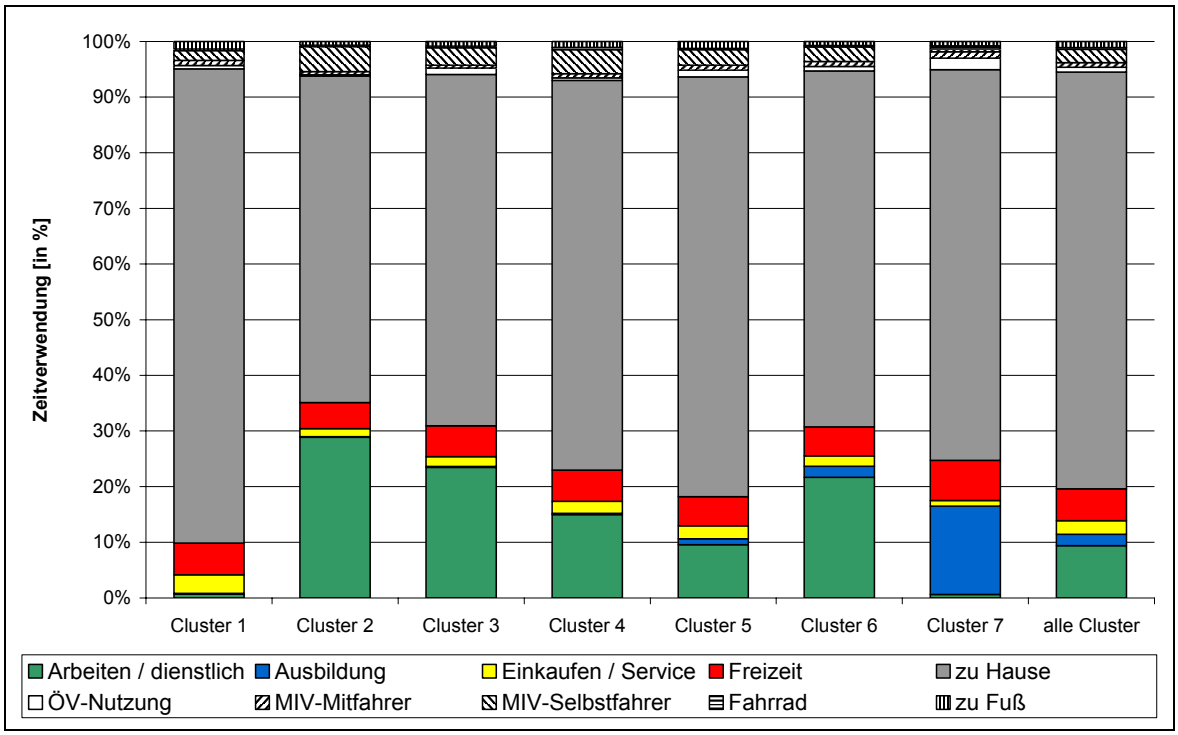


Abbildung 7-3: Zeitverwendung nach Clustern über die Woche

- Cluster S_7 (*„Ausbildung“*)
  Als kennzeichnend für Cluster S_7 erweist sich die Dominanz der Pflichttätigkeit Ausbildung (Faktor 7,7), demgegenüber nur marginale Zeitanteile für die andere obligatorische Tätigkeit Arbeiten / dienstlich auftreten. Somit prägen die Unterrichtszeiten der Ausbildungseinrichtungen diesen Wege-Aktivitätenmuster-Typ. Der Zeitaufwand für außer Haus verbrachte Freizeittätigkeiten übertrifft weit das Mittel aller Fälle. Dagegen nimmt zu Hause verbrachte Zeit wenig und Versorgung / Service besonders wenig Zeit in Anspruch (vgl. Abbildung 7-5).

- arbeitsbezogene Cluster S_2, S_3, S_4, S_5 und S_6
  Die meisten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i unterliegen Zeitgebern der Arbeitswelt. Bei den genannten Clustern zeichnen sich grundsätzliche Parallelen in der Zusammensetzung nach Tätigkeitstypen ab, wobei eindeutig als Hauptaktivität Arbeiten / dienstlich mit großem zeitlichen Umfang dominiert. Keine nennenswerte Zeitinanspruchnahme ist für die Tätigkeit Ausbildung außer bei Cluster S_5 feststellbar. Hingegen grenzen sich die Partitionen untereinander in erster Linie durch unterschiedliche Zeitbudgets der Hauptaktivität Arbeit / dienstlich ab, wobei die Spanne von einer fast 50-Stunden-Woche bei Cluster S_2 bis zu einer 16-Stunden-Woche bei Cluster S_5 reicht. Folgender tendenzieller Zusammenhang ist festzustellen: Je länger die Tätigkeit Arbeiten dauert, desto weniger Zeit bleibt für Aktivitäten zu Hause und andere Außer-Haus-Tätigkeiten. Tendenzen einer Ausdifferenzierung infolge einer Deregulierung der gesellschaftlichen Zeitstrukturen schlagen sich deutlich in den unterschiedlichen Arbeitszeiten der verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i nieder.

▪ Zeitaufwand für Ortsveränderungen

Der Zeitaufwand für Ortsveränderungen in der Summe aller Modi über alle Wochentage variiert stark zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. So nimmt im Gegensatz zur Zeitverwendung für Tätigkeiten A die Unterwegszeit bei einer Zunahme des Zeitbudgets für

Arbeiten /dienstlich nicht ab. Den Höchstwert aller Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i errreicht Cluster S_4 mit 1:40 h pro Fall und Tag. Vergleichsweise geringere Reisezeitbudgets weisen die Cluster S_1, S_7 und S_6 auf (vgl Abbildung 7-4 bis 7-6).

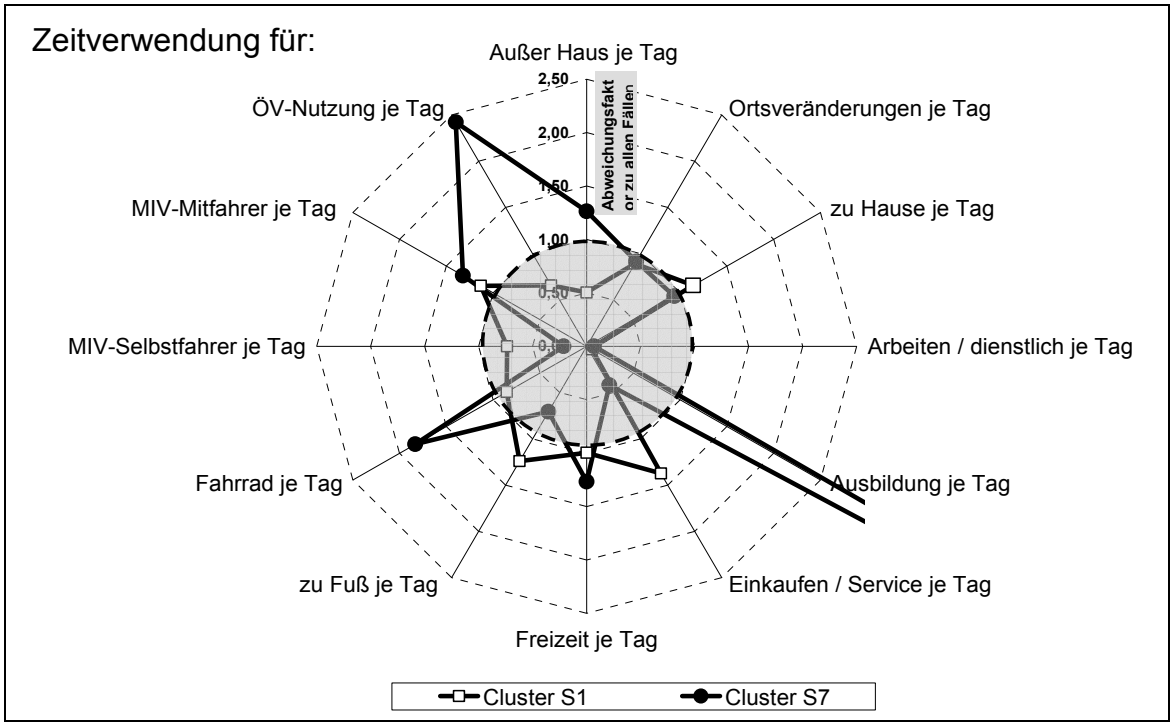


Abbildung 7-4: clusterspezifische Abweichungen der Zeitverwendung für Aktivitäten und Ortsveränderungen (Cluster S_1 und S_7)

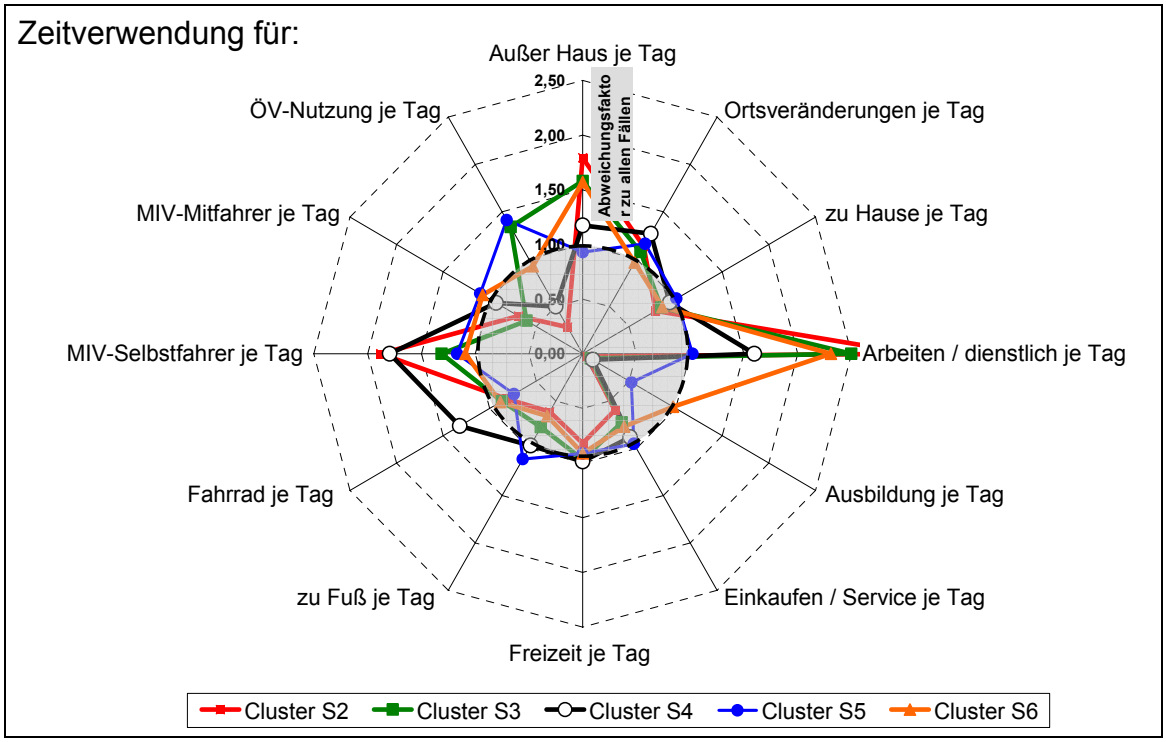


Abbildung 7-5: clusterspezifische Abweichungen der Zeitverwendung für Aktivitäten und Ortsveränderungen (Cluster S_2, S_3, S_4, S_5 und S_6)

Weiterhin charakterisieren unterschiedliche Zeitbudgets für Ortsveränderungen in Abhänigkeit des Verkehrsmittels die einzelnen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. Dies belegen beispielsweise

- besonders hohe Reisezeitbugets des MIV-Selbstfahrens für Cluster S_2 und S_4, des Zufußgehens für Cluster S_1, des Fahrradfahrens für Cluster S_7 und S_4, des MIV-Mitfahrens für Cluster S_7 sowie der ÖV-Nutzung für Cluster S_7 , S_3 und S_5
- weit unterdurchschnittliche Zeitaufwendungen des MIV-Selbstfahrens für Cluster S_1, des Zufußgehens für Cluster S_2, des Fahrradfahrens für Cluster S_1 und S_5, des MIV-Mitfahrens für Cluster S_2 und S_3 sowie der ÖV-Nutzung für Cluster S_4 und S_2.

b) Zeitebene Tag: Zeitverwendung für Tätigkeiten und Ortsveränderungen

Aus der qualitativen Analyse der Zeitverwendung im Wochenverlauf durch Sichtung der Wege-Aktivitätsprofile an den einzelnen Tagen (vgl. Abbildung 7-6) lassen sich bei den Clustern S_i zunächst folgende strukturellen Übereinstimmungen in den Zeitquanten für Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W feststellen, die vorweg eine Aggregierung von einzelnen Tagen zu Tagestypen ermöglichen:

- *Erstens* variiert bei den meisten Clustern S_i die Zeitverwendungsstruktur an den Werktagen Montag bis Donnerstag kaum, so dass diese Tage im Weiteren vereinfacht als Einheit betrachtet werden.
- *Zweitens* nimmt der Freitag bei einigen Clustern S_i als Brückentag zum Wochenende hin eine Sonderstellung ein, so dass eine getrennte Abhandlung notwendig ist.
- *Drittens* gilt die gleiche Erfordernis einer separaten Analyse sowohl für den Samstag als auch den Sonntag. Beide Tage weisen jeweils infolge des Wegfalls bzw. eines starken Rückgangs der Zeitinanspruchnahme von Pflichtaktivitäten bei den meisten Clustern eine völlig andere Zeitverwendungsstruktur gegenüber den Werktagen auf.

Die vorgenommene Kategorisierung der Einzeltage zu Zeitblöcken wird auch durch die Ergebnisse der Analyse der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität auf Clusterbasis (vgl. Abschnitt 7.4.3.5) bestätigt.

Die Gegenüberstellung der Zeitverwendungsstrukturen der vier abgegrenzten Zeiteinheiten zeigt: Tendenziell gleichen sich die verschiedenen Cluster S_i untereinander im Laufe der Woche von den Werktagen Montag bis Donnerstag, über den Freitag, den Samstag zum Sonntag hin an, da die zwischen den Clustern stark abgrenzend wirkende jeweilige Hauptaktivität zum Wochenende hin an Gewicht verliert (siehe auch Abbildung 7-15).

- Normalwerktage Montag bis Donnerstag
  Die Zeitverwendung an den Werktagen Montag bis Donnerstag prägt clusterspezifisch jeweils die Hauptaktivität. Gründe für die großen Unterschiede zwischen den Partitionen sind entweder die unterschiedlichen Typen relevanter Hauptaktivitäten - disponible Tätigkeiten bei Cluster S_1, Arbeiten / dienstlich bei Cluster S_1 bis S_6 sowie Ausbildung bei Cluster S_7 - oder weiter differenziert bei Cluster S_2 bis S_6 divergierende Zeitquanten der dominierenden Arbeitstätigkeit – z. B. 10 Stunden-Arbeitstage bei Cluster S_2, 8-Stunden Arbeitstage bei Cluster S_3 usw. Cluster S_6. Die Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_1, S_2, S_3, S_4 und S_7 lassen hohe Tag zu Tag Verhaltensstabilitäten erkennen, unterdessen trifft dies auf Cluster S_5 und S_6 nicht zu. Der bereits auf Wochenbasis konstatierte Zusammenhang zwischen Zeitinanspruchnahme durch eine obligatorische Hauptaktivität und verbleibender Zeit für

andere Tätigkeiten ausgenommen dem Zeitbudget für Ortsveränderungen verstärkt sich an den Werktagen.

- Freitag

  Die clusterspezifischen Tätigkeitstypen und Fortbewegungsarten sind am anormalen Werktag Freitag die gleichen wie an den Werktagen vorher, jedoch differieren bei den meisten Clustern S_i die Zeitanteile mehr oder weniger stark gegenüber den vorausgehenden Werktagen. Veränderungen in der Zeitverwendung äußern sich dabei in einem Zugewinn von Zeit für die Aktivitäten Freizeit, Einkaufen, zu Hause sowie für Ortsveränderungen *einerseits* und einer korrespondierenden Abnahme des zeitlichen Umfangs für Pflichtaktivitäten *andererseits*. Aus der Differenzierung der Cluster S_i nach der Bedeutung dieser Verschiebungen zeichnet sich in der Tendenz folgender Zusammenhang ab: Die Effekte sind um so stärker ausgeprägt, desto höher die Zeitinanspruchnahme für die tagesbestimmenden Pflichtaktivitäten an den Tagen vorher ausfällt. Das heißt: Besonders betroffen sind Cluster S_2 und S_3, während die Veränderungen bei anderen Wege-Aktivitätenmuster-Typen (z. B. Cluster S_4, Cluster S_5) weniger gravierend ausfallen.

- Samstag

  Die Wege-Aktivitätsprofile derjenigen Cluster S_i mit dominierenden Pflichtaktivitäten Arbeiten oder Ausbildung - außer Cluster S_6 - prägen samstags disponible Tätigkeiten. Sie gleichen sich an diesem Tag untereinander an und stimmen ungefähr in der Zeitverwendung mit Cluster S_1 überein, dessen Zeitverwendungsstruktur unabhängig vom Wochentag durch freie Aktivitäten geprägt ist. Deutlich setzt sich Cluster S_6 von dieser Entwicklung ab: Hier entfällt analog zu Cluster S_1 der sonst erkennbare Bruch in der Zeitverwendungsstruktur von den Werktagen zum Wochenende hin. Entgegen allen anderen Clustern dominiert hier jedoch die Tätigkeit Arbeiten den Samstag. Im Vergleich der Cluster S_2, S_3, S_4 und S_5 sticht wiederum hervor: Versorgungs- und Freizeitaktivitäten erreichen dann besonders hohe Zeitanteile, wenn die Zeitinanspruchnahme der Tätigkeit Arbeiten an den Werktagen vorher hoch ist. Dieser Zusammenhang ist als Verlagerungseffekt im Wochenverlauf inhaltlich erklärbar, der sich besonders prägnant bei Cluster S_2 abzeichnet. Demgegenüber steht das Absinken des zeitlichen Umfangs für Einkaufs- und Freizeitaktivitäten bei Cluster S_1 für ein Ausweichverhalten durch Meidung der Zeiten starker Verkehrs- und Aktivitätsnachfrage. Die Unterwegszeiten in der Summe aller Verkehrsmittel bleiben bei sämtlichen Typen S_i mehr oder minder auf dem Niveau der Tage vorher, jedoch verliert das MIV-Selbstfahren und die ÖV-Nutzung an Stellenwert, während das Zufußgehen, das Fahrradfahren und das MIV-Mitfahren an Bedeutung gewinnen.

- Sonntag

  Mit der Ausnahme von Cluster S_6 - hier prägt die Aktivität Arbeiten den Tagesablauf - weicht die sonntägliche Zeitverwendung der anderen Cluster S_i nur geringfügig voneinander ab: Im Tagesvergleich nehmen bei allen Clustern S_i die zu Hause verbrachte Zeit und die Zeitanteile für Freizeit die höchsten Werte an. Dagegen reduziert sich die Unterwegszeit, wobei Verschiebungen in den Zeitbudgets der Verkehrsmittel deutlich werden: Zuwächse von Zeitquanten verzeichnen das Zufußgehen und das MIV-Mitfahren sowie Rückgänge die ÖV-Nutzung und das MIV-Selbstfahren.

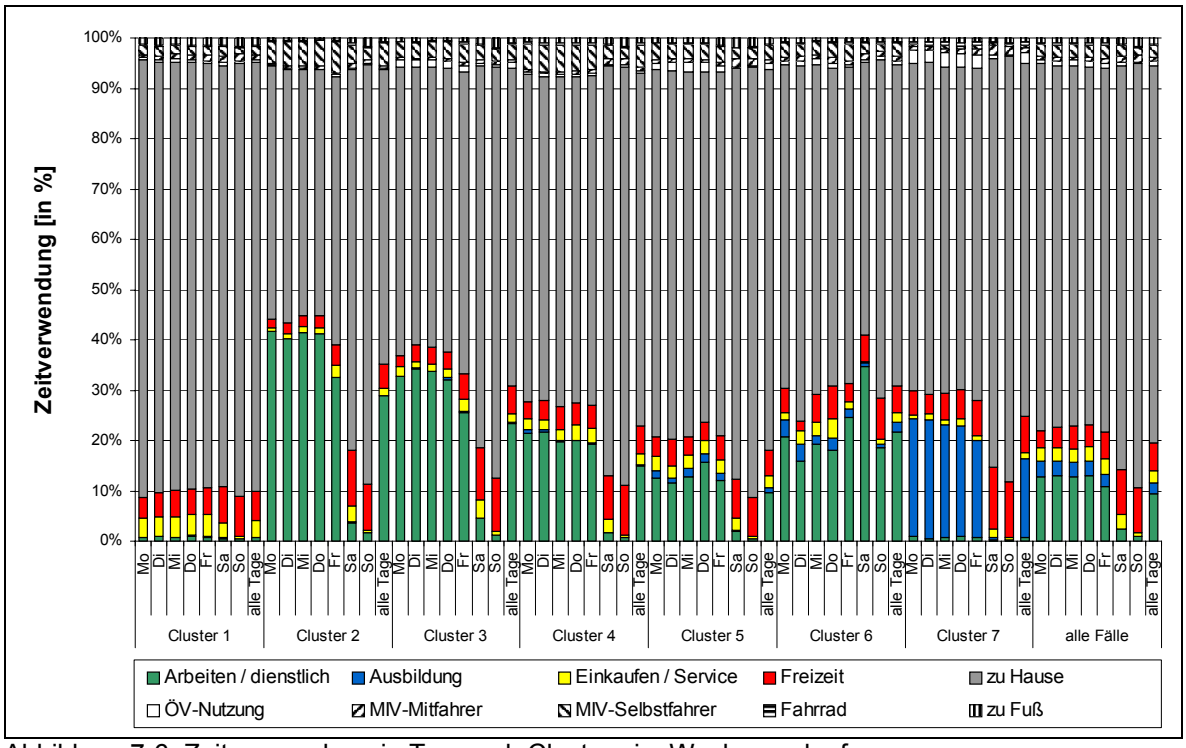


Abbildung 7-6: Zeitverwendung je Tag nach Clustern im Wochenverlauf

Zusammenfassend lassen sich aus der Analyse der Zeitverwendung auf Tagesebene die arbeitsbezogenen Cluster weiter differenzieren, wobei sich folgende eindeutig beschreibaren Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i in Abhängigkeit des täglichen Zeitaufwandes für Arbeiten/dienstlich herauskristallisieren: Cluster S_2 mit einem 10-Stunden-Arbeitstag (*„Mehrarbeit“*), Cluster S_4 mit einem 5-Stunden-Arbeitstag (*„Teilzeitarbeit“*) und Cluster S_5 mit einem 3-Stunden-Arbeitstag (*„sporadische Arbeit“*). Ungefähr gleichauf mit einer 40-Stundenwoche liegen Cluster S_3 und Cluster S_6: Bei erstgenanntem konzentriert sich Arbeiten / dienstlich auf die Werktage, während bei Cluster S_6 an allen Wochentagen gearbeitet wird.

c) Zeitebene Tagesverlauf: Zeitverwendung für Tätigkeiten und Ortsveränderungen

Die bereits formierten Tageskategorien (Mo-Do, Fr, Sa, So) aus der Analyse auf Tagesbasis bleiben indessen unverändert bestehen, so dass lediglich zu klären ist, welche Cluster S_i zu Vorweg-Betrachtungseinheiten zusammengefasst werden (vgl. Abbildungen 7-7 bis 7-13).

- *Erstens* erfolgt an den Werktagen Montag bis Donnerstag eine gemeinsame Betrachtung der Cluster S_2, S_3, S_4 und S_7, denn bei allen ist ein tagesablaufbestimmender homogener Zeitblock mit einer Pflichtaktivität vorhanden. Bei den restlichen Wege-Aktivtätenmuster-Typen S_i erscheint eine getrennte Abhandlung sinnvoll.
- *Zweitens* ermöglicht die große strukturelle Ähnlichkeit der Tagesmuster aller Cluster S_i samstags und sonntags - mit der Ausnahme von Cluster S_6 - eine zusammenfassende Analyse.

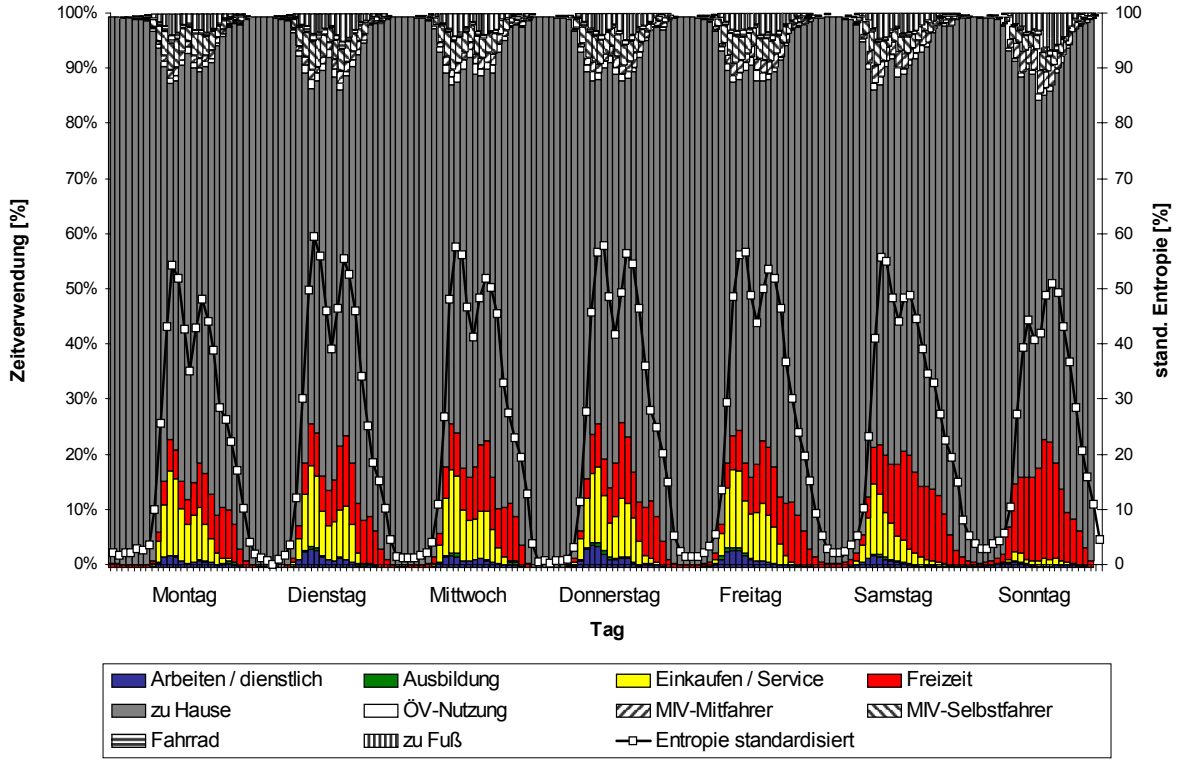


Abbildung 7-7: Wege-Aktivitätsprofil S_1 („disponible Tätigkeiten“)

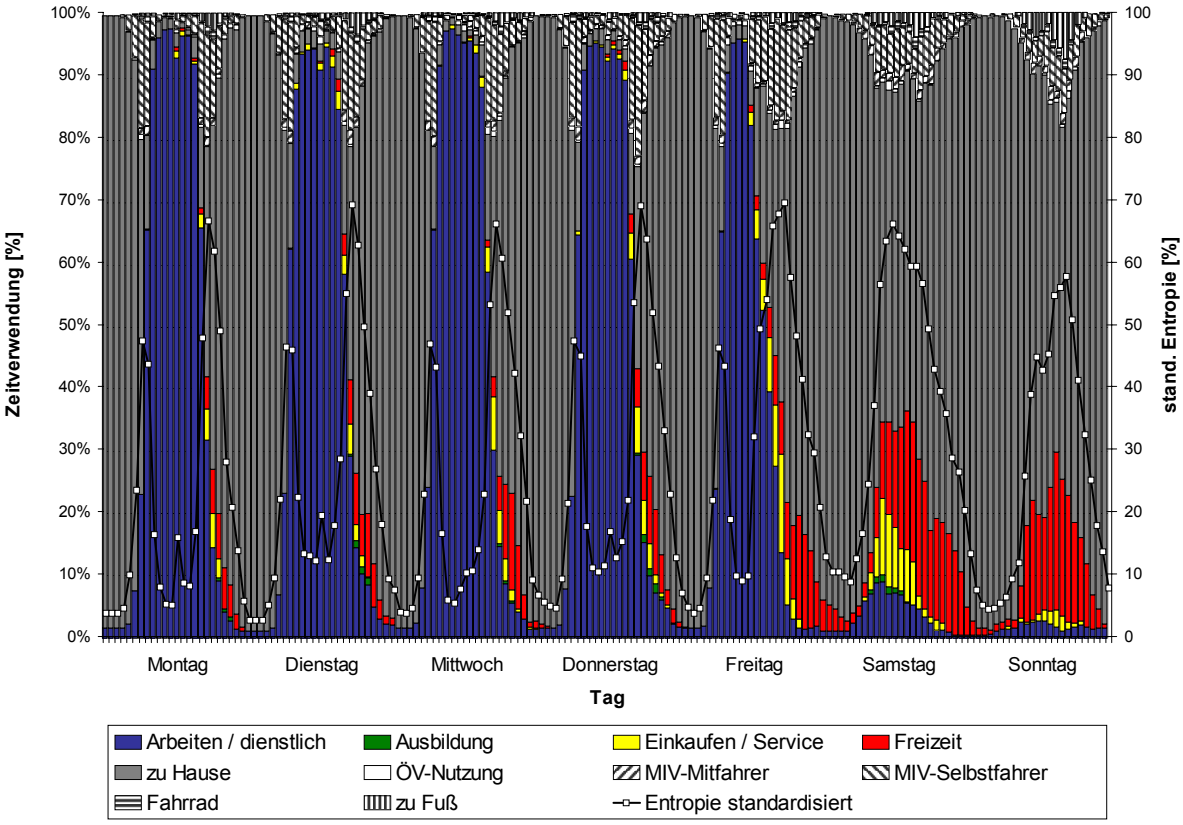


Abbildung 7-8: Wege-Aktivitätsprofil S_2 („Mehrarbeit“)

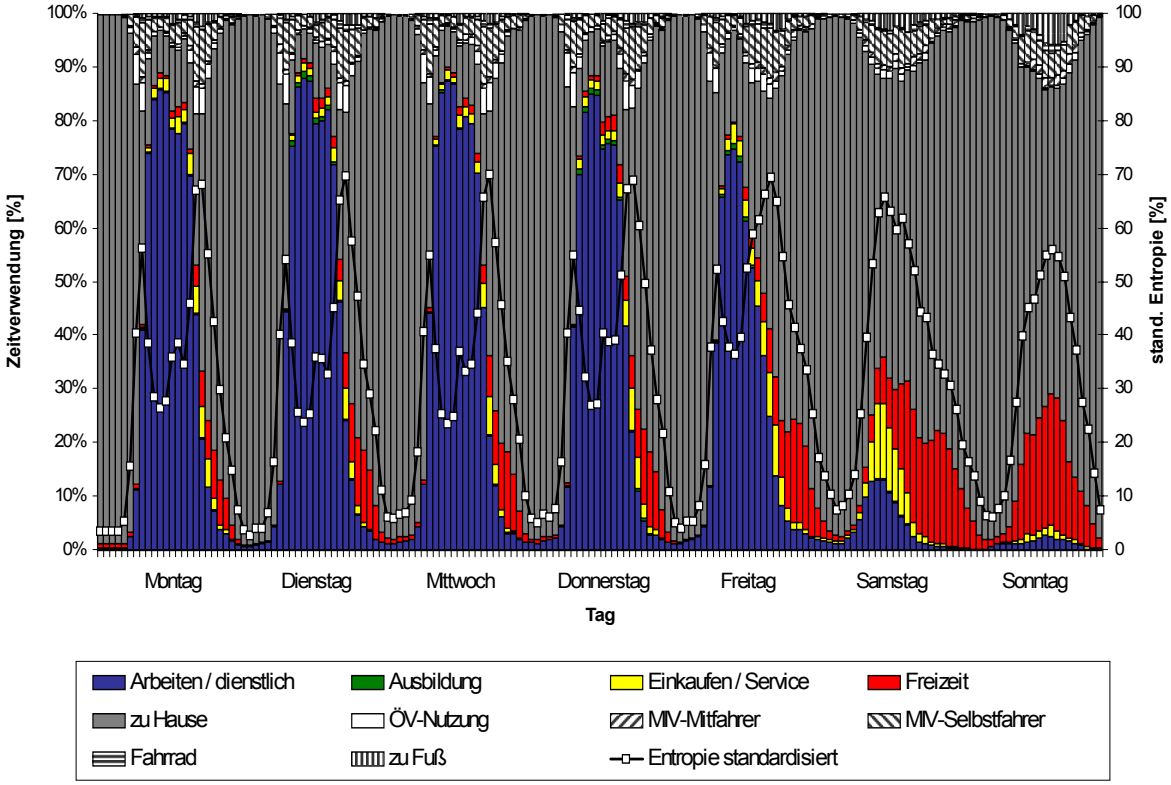


Abbildung 7-9: Wege-Aktivitätsprofil S_3 („Normalarbeit“)

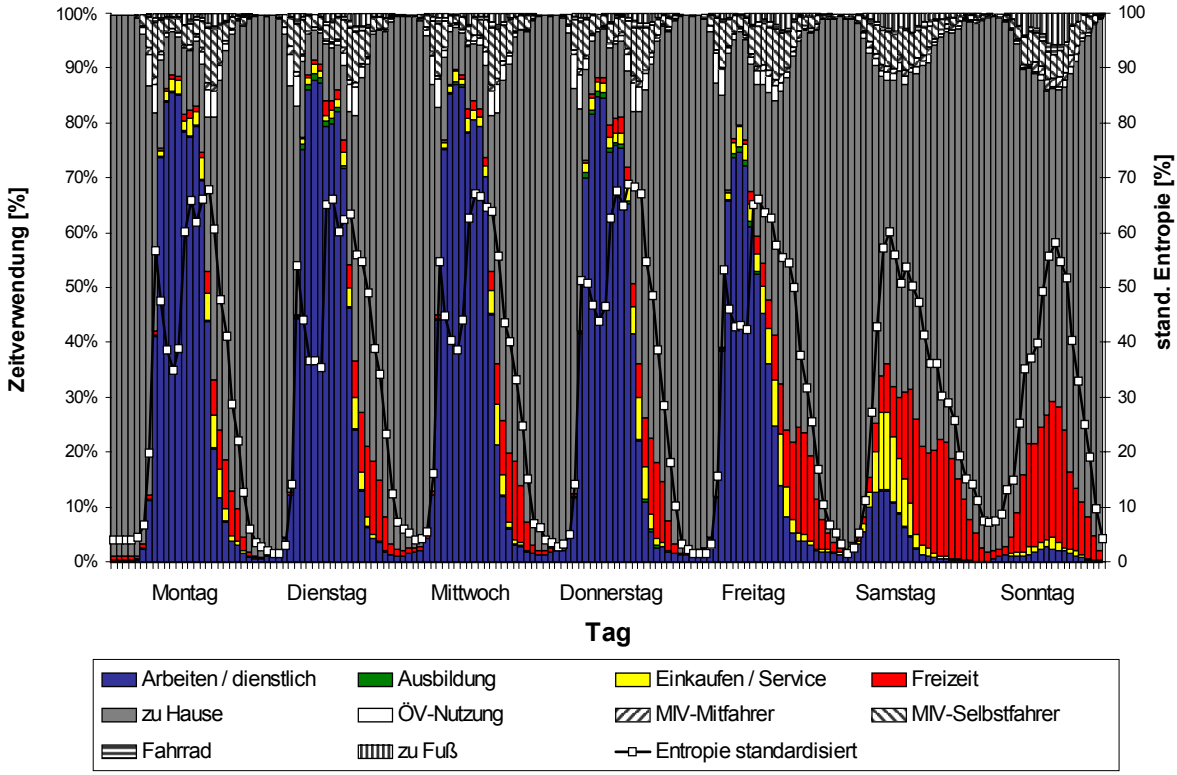


Abbildung 7-10: Wege-Aktivitätsprofil S_4 („Teilzeitarbeit“)

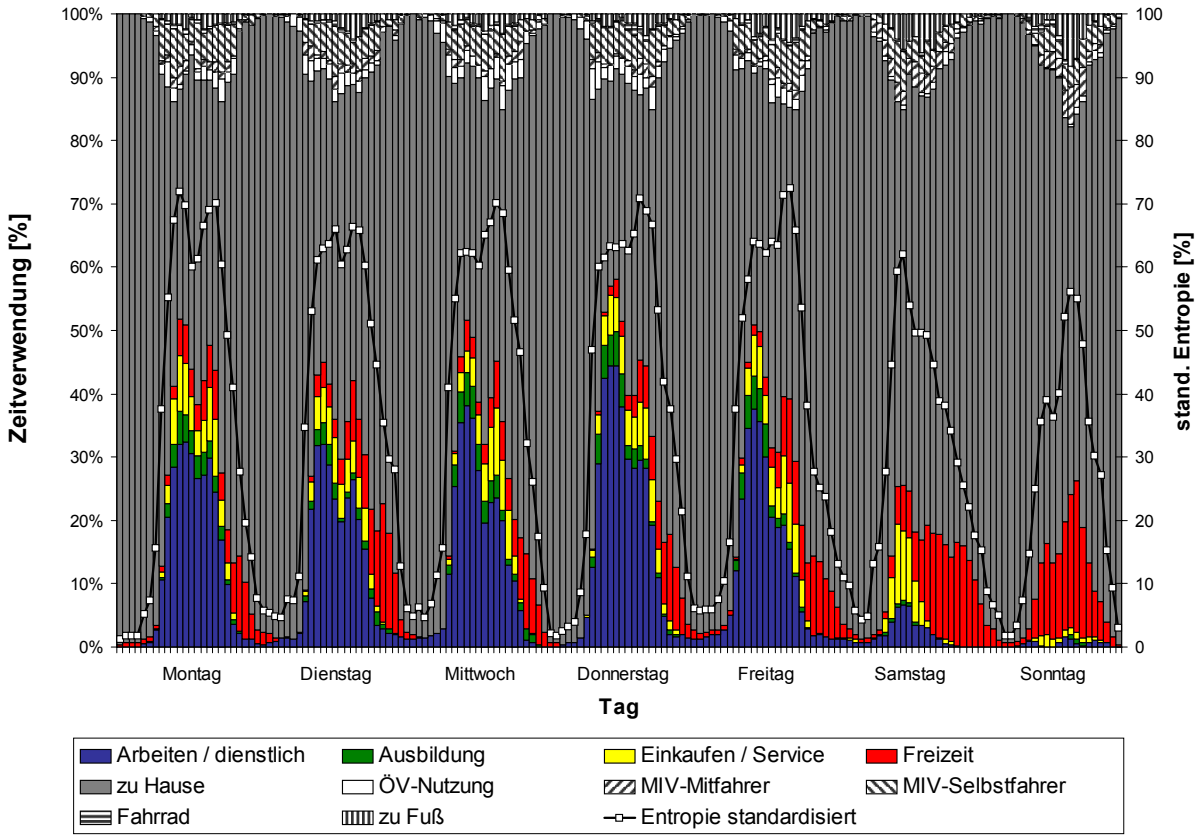


Abbildung 7-11: Wege-Aktivitätsprofil S_5 („sporadische Arbeit“)

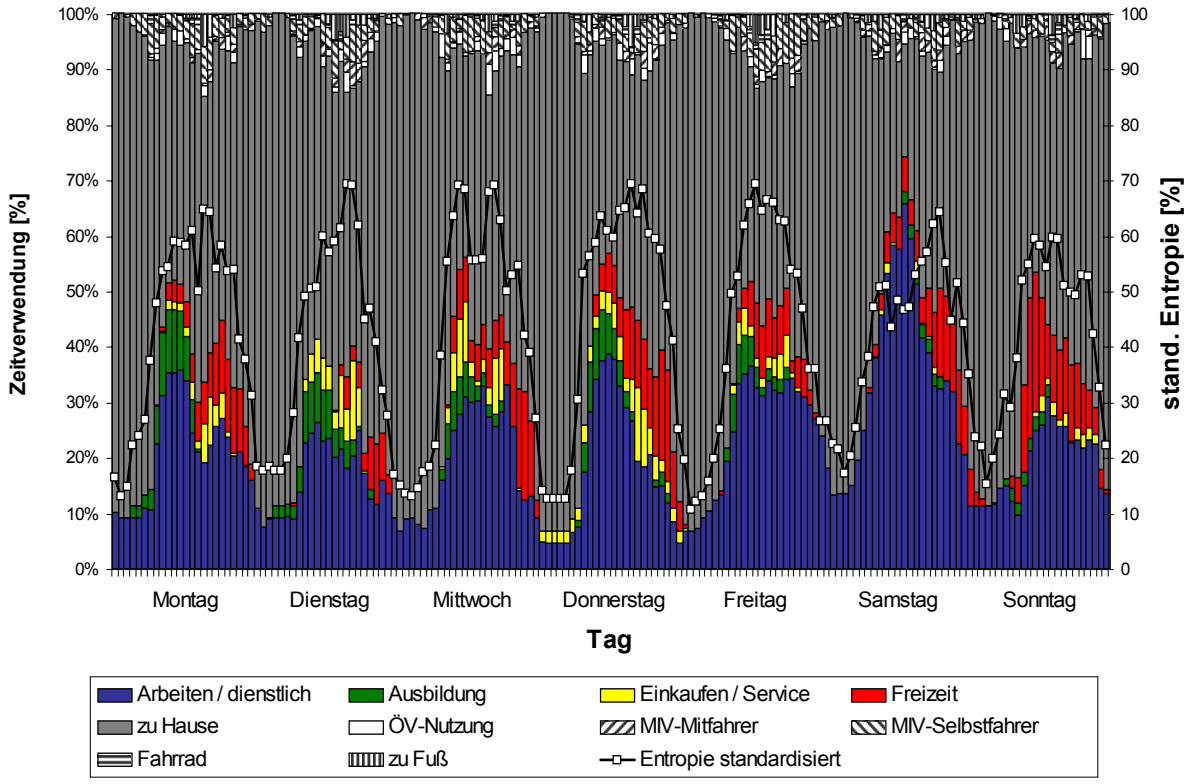


Abbildung 7-12: Wege-Aktivitätsprofil S_6 („flexible Nacht-, Schicht- und Wochenendarbeit“)

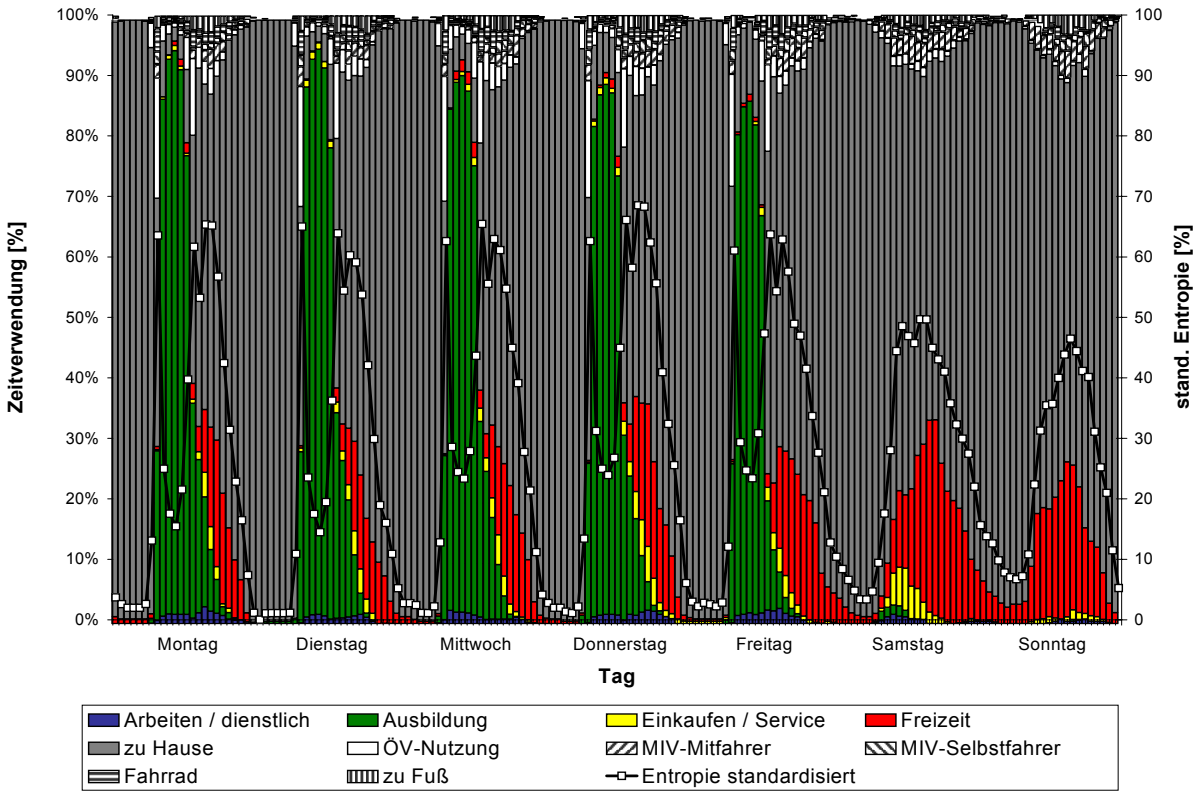


Abbildung 7-13: Wege-Aktivitätsprofil S_7 („Ausbildung“)

- Werktage Montag bis Donnerstag

- Cluster S_1
  Aus Abbildung 7-7 geht ein typischer Tagesverlauf mit zwei Spitzen höherer Intensitäten für Außer-Haus Aktivitäten und Ortsveränderung für Cluster S_1 hervor, wobei die üblichen Spitzenzeiten der Aktivitäts- und Verkehrsnachfrage anderer Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i gemieden werden.
- Cluster S_2, S_3, S_4 und S_7
  Cluster S_2, S_3, S_4 und S_7 (vgl. Abbildung 7-8 bis 7-10 und 7-13) kennzeichnet jeweils einen tagesverlaufbestimmenden Block der maßgebenden Pflichtaktivität Arbeiten oder Ausbildung mit sehr hohem Zeitanteil (>90 %), mit ungefähr gleichem Beginn, aber unterschiedlichem Ende und damit auch unterschiedlicher Dauer. Eine weitere Gemeinsamkeit betrifft das Auftreten von Spitzenstunden des Verkehrs, die sich jeweils auf die Zeiten vor Beginn und nach dem Ende der Hauptaktivität konzentrieren. Sehr stark ausgeprägt ist die Ortsveränderungsspitze bei Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7. Als Besonderheit zeichnet sich während den Spitzenzeiten des Verkehrs gegenüber den anderen Zeiten ein überproportionaler Stellenwert folgender Verkehrsmittel ab: das MIV-Selbstfahren bei Cluster S_2 sowie die ÖV-Nutzung bei Cluster S_7, Cluster S_3 und Cluster S_4.
- Cluster S_5
  Die Tagesmuster (vgl. Abbildung 7-11) von Cluster S_5 erweisen sich an den Werktagen als relativ heterogen, so dass ein typischer Verlauf kaum extrahierbar ist. Dennoch lassen sich einige strukturelle Gemeinsamkeiten in den Tagesverläufen erkennen.
  - Zeitblöcke für Arbeiten und Ausbildung erstrecken sich über den ganzen Tag, wobei tendenziell die Zeitquanten morgens wesentlich höher sind als nachmittags.
  - Hohe Zeitquanten für Freizeit- und Versorgungstätigkeiten treten erst in den Nachmittagsstunden auf.

- Cluster S_6

  Sehr variable Tagesverläufe ergeben sich bei Cluster S_6 an den Werktagen. Diese weisen folgende Übereinstimmungen auf:
  - Nachts lassen sich nennenswerte Zeitquanten für die dominierende Tätigkeit Arbeiten identifizieren, was dieses Cluster von allen anderen klar abgrenzt.
  - Weiter fallen tendenziell die Zeitquanten für Außer-Haus Aktivitäten in den Vormittagsstunden im Vergleich zu den Nachmittagstunden, bedingt durch die Ausübung obligatorischer Tätigkeiten, höher aus.

▪ Freitag (alle Cluster)

Bei allen Clustern (außer Cluster S_6) deuten sich Veränderungen im Tagesmuster freitags gegenüber den Werktagen vorher an, wobei die clusterspezifischen Kontraste in den Zeitverwendungsstrukturen erhalten bleiben. Die Unterschiede äußern sich in höheren Zeitanteilen für Freizeit- und Einkaufsaktivitäten in den Nachmittags- und Abendstunden, wobei dies besonders Cluster S_2 und S_3 betrifft: Bereits in den Mittagsstunden gehen bei beiden Clustern die Zeitanteile des tagesablaufstrukturierenden Zeitblockes der Tätigkeit Arbeiten zurück, während entgegengesetzt die Zeitquanten für andere Außer-Haus-Tätigkeiten ansteigen. Ferner verteilen sich die Unterwegszeiten gleichmäßiger auf die Nachmittagsstunden einhergehend mit einer Zunahme an Zeitquanten. Im Gegensatz zu den anderen Werktagen ist die Nachmittagsspitze des Berufsverkehrs zeitlich vorgezogen und ersteckt sich über einen längeren Zeitraum. Gleichzeitig kommen Freizeit- und Einkaufsverkehre hinzu, was zu anderen Belastungszuständen des Verkehrssystems führt. Unverändert bleibt die zeitliche Lage und Intensität der Spitzenstunde insgesamt.

▪ Samstag

- Cluster S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 und S_7

  Strukturelle Ähnlichkeiten der samstäglichen Tagesmuster zeichnen sich bei den genannten Clustern S_i ab (vgl. Abbildung 7-7 bis 7-11 und 7-13). Nachstehende Besonderheiten der davon etwas abweichenden Cluster S_7 und S_1 sind erwähnenswert:
  - Cluster S_1 kennzeichnet ein leichtes Absinken der Außer-Haus verbrachten Zeit um die Mittagszeit, so dass in den Nachmittagsstunden eine zweite Spitze vorhanden ist. Außerdem fehlen Zeitanteile für die Aktivität Arbeiten morgens.
  - Charakteristisch für Cluster S_7 ist ein Tagesmaximum von Außer-Haus-Aktivitäten erst am späten Nachmittag, wobei hohe Zeitanteile für Freizeitaktivitäten bis in die Nachtstunden andauern. Generell ohne Bedeutung sind obligatorische Aktivitäten.
- Cluster S_6

  Das samstägliche Tagesmuster von Cluster S_6 (vgl. Abbildung 7-12) bildet im Vergleich der Cluster S_i die Ausnahme: Sowohl tagsüber als auch nachts sind Zeitquanten für Arbeiten vorhanden.

▪ Sonntag

- Cluster S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 und S_7

  Zwischen den sonntäglichen Tagesverläufen aller Cluster S_i - ausgenommen Cluster S_6 - existieren nur geringe Unterschiede (vgl. Abbildung 7-7 bis 7-11 und 7-13). In folgenden wesentlichen Charakteristika unterscheiden sich die einzelnen Typen:
  - Während bei Cluster S_1, S_2 und S_5 in den Mittagsstunden ein leichter Rückgang der Außer-Haus-Aktivitäten und Ortsveränderungen deutlich wird, ist dieser Effekt bei Cluster S_3 und S_4 nicht feststellbar.

  - Bei Cluster S_7 sind durchgängig Zeitanteile für Freizeitaktivitäten in der Nacht von Samstag auf Sonntag vorhanden und das Tagesmaximum ist zeitlich auf die späten Nachmittags-stunden verschoben.
- Cluster S_6
  Charakteristisch für den gennanten Wege-Aktivitätenmuster-Typ ist ein Tagesmuster (vgl. Abbildung 7-12), dessen Verlauf Zeitquanten für Arbeiten sowohl tagsüber als auch nachts kennzeichnen.

Zur plakativen Abgrenzung der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i verbleiben nur noch die Unterscheidung von Cluster S_3 und S_6 mit tagesablaufbestimmender Tätigkeit Arbeiten / dienstlich und der 40-Stundenwoche. Auf der Ebene, welche die zeitliche Lage der Hauptaktivität im Tagesverlauf betrachtet, wird klar:

- Cluster S_3 steht für die *Normalarbeitszeit*, welche die Arbeitstage und die -woche durch festen Beginn und Ende der Arbeitszeiten sowie ein arbeitsfreies Wochenende uniformiert.
- Demgegenüber zeichnen sich für Cluster S_6 sehr variable Arbeitszeiten außerhalb der Korridore der Normalarbeitszeit ab - die *Nacht-, Schicht und Wochenendarbeit.*

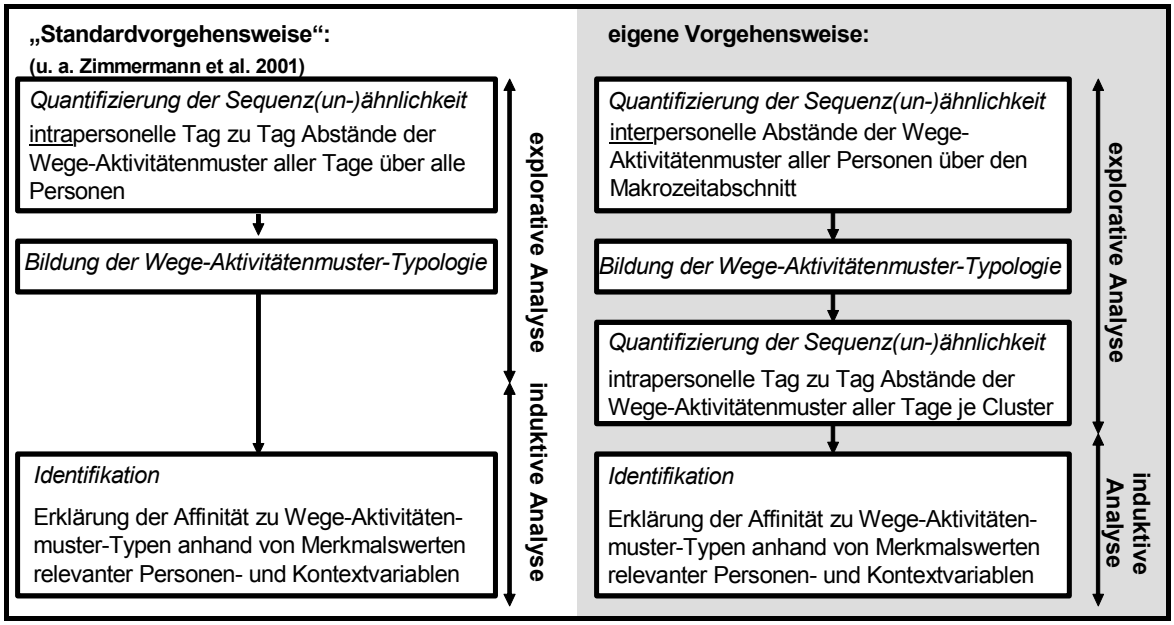
7.4.3.5 Intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität auf Clusterbasis

- Einordnung des Forschungsansatzes

Aktuelle Beiträge von *Pendyala* [2000], *Zimmermann et al.* [2001] und *Lipps* [2001] dokumentieren bereits ausführlich den Forschungsstand von einschlägigen empirischen Arbeiten, die sich der Analyse der intrapersonellen Variabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens widmen. Ohne deswegen entsprechende Studien im Detail zu würdigen, beschränkt sich die Einordnung des eigenen Ansatzes zur Untersuchung der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität auf eine knappe Darstellung wesentlicher Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten zu den anderen Arbeiten:

- *Erstens* zählt die vorliegende Untersuchung zu den wenigen musterorientierten intrapersonellen Analysen, wie beispielsweise auch die Arbeiten von *Jones et al.* [1988], *Heller-Kemp et al.* [2000] bzw. zum Teil *Zimmermann et. al*. [2001] und *Schlich et al.* [2000]. Viele der themenbezogenen Studien betrachten als Analyseeinheit lediglich Kenngrößen des Raum-Zeit-Verhaltens - beispielsweise die Ortsveränderungszahl [u. a. Pas et al. 1986, Pas et al. 1995].
- *Zweitens* unterscheidet sich die Untersuchungsstrategie grundlegend gegenüber anderen musterorientierten Multimethodenansätzen [u. a. Zimmermann et al. 2001], wie die nachstehende Abbildung 7-14 zeigt.
- *Drittens* beruht die vorliegende Berechnung der Sequenzabstände auf dem biologischen statt auf dem geometrischen Abbildungsprinzip [u. a. Jones et al. 1988]. Gegenüber anderen Untersuchungen auf erstgenanntem Prinzip [Zimmermann et al. 2001] ist die Methode zur Sequenzdistanzbestimmung im Anwendungsfall zusätzlich empirisch am Untersuchungsgegenstand ausgerichtet.
- *Viertens* beschränkt sich der Untersuchungszeitraum lediglich auch eine Woche, während andere Studien [u. a. Hanson et al 1986, Hanson et al. 1988, Axhausen et al. 2002] längere Zeitabschnitte betrachten.

- *Fünftens* erfolgt der induktive Analyseschritt der vorliegenden Studie mit Hilfe der Logit-Analyse. Teilweise fehlt in anderen Arbeiten ein entsprechender strukturen-prüfender Schritt [u. a. Jones et al. 1988] oder die dort eingesetzten Methoden (z. B. Kreuztabellenanalyse) reichen nicht an die analytischen Potenziale der Logit-Analyse heran [u. a. Zimmermann et al. 2001].


„Standardvorgehensweise“:
(u. a. Zimmermann et al. 2001)
Quantifizierung der Sequenz(un-)ähnlichkeit
intrapersonelle Tag zu Tag Abstände der Wege-Aktivitätenmuster aller Tage über alle Personen
Bildung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie
Identifikation
Erklärung der Affinität zu Wege-Aktivitäten-muster-Typen anhand von Merkmalswerten relevanter Personen- und Kontextvariablen
explorative Analyse
induktive Analyse
eigene Vorgehensweise:
Quantifizierung der Sequenz(un-)ähnlichkeit
interpersonelle Abstände der Wege-Aktivitätenmuster aller Personen über den Makrozeitabschnitt
Bildung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie
Quantifizierung der Sequenz(un-)ähnlichkeit
intrapersonelle Tag zu Tag Abstände der Wege-Aktivitätenmuster aller Tage je Cluster
Identifikation
Erklärung der Affinität zu Wege-Aktivitäten-muster-Typen anhand von Merkmalswerten relevanter Personen- und Kontextvariablen
explorative Analyse
induktive Analyse
Abbildung 7-14: Untersuchungsstrategien zur Analyse der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität

- Auswertungen

Abbildung 7-15 zeigt je Cluster S_i sowie für alle Fälle den mittleren Sequenzabstand $D(s_d,\check{s}_d)_{s_d,\check{s}_d \in S_d}$ auf intrapersoneller Analyseebene im Vergleich aller Tage auf Wochenbasis untereinander.

Den Vergleichen der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i liegen zur Strukturierung vier Zeitblöcke zugrunde, die sich in Abbildung 7-15 grob abzeichnen: Normalwerktage (Mo, Di, Mi, Do), atypischer Werktag Freitag, Samstag und Sonntag.

- *Erstens* zeichnen sich Zeitblöcke stabilen Verhaltens mit erheblichen Abweichungen zu anderen Tageskategorien bei einigen Clustern ab, bei anderen wiederum nicht.
  - Bei Cluster S_2, S_3, S_4 und S_7 indizieren die Werktag-Wochenende-Unterschiede entsprechende Wochenrhythmen, dagegen sind jene bei Cluster S_1 nicht erkennbar.
  - Ebenso weicht der Freitag je Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i mehr (Cluster S_2, Cluster S_3) oder minder (Cluster S_5, S_1 und Cluster S_4) stark von den anderen Werktagen ab, was eine Einstufung als Brückentag zum Wochenende rechtfertigt.
- *Zweitens* erweist sich das Niveau der intrapersonellen Tag zu Tag Variabilität auf Clusterbasis als sehr unterschiedlich zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. Zum Beispiel kennzeichnet Cluster S_1 sehr stabiles, routinisiertes Verhalten, währenddessen insbesondere für Cluster S_6 eine hohe Variabilität im Tagesvergleich und damit instabiles Raum-Zeit-Verhalten typisch ist.

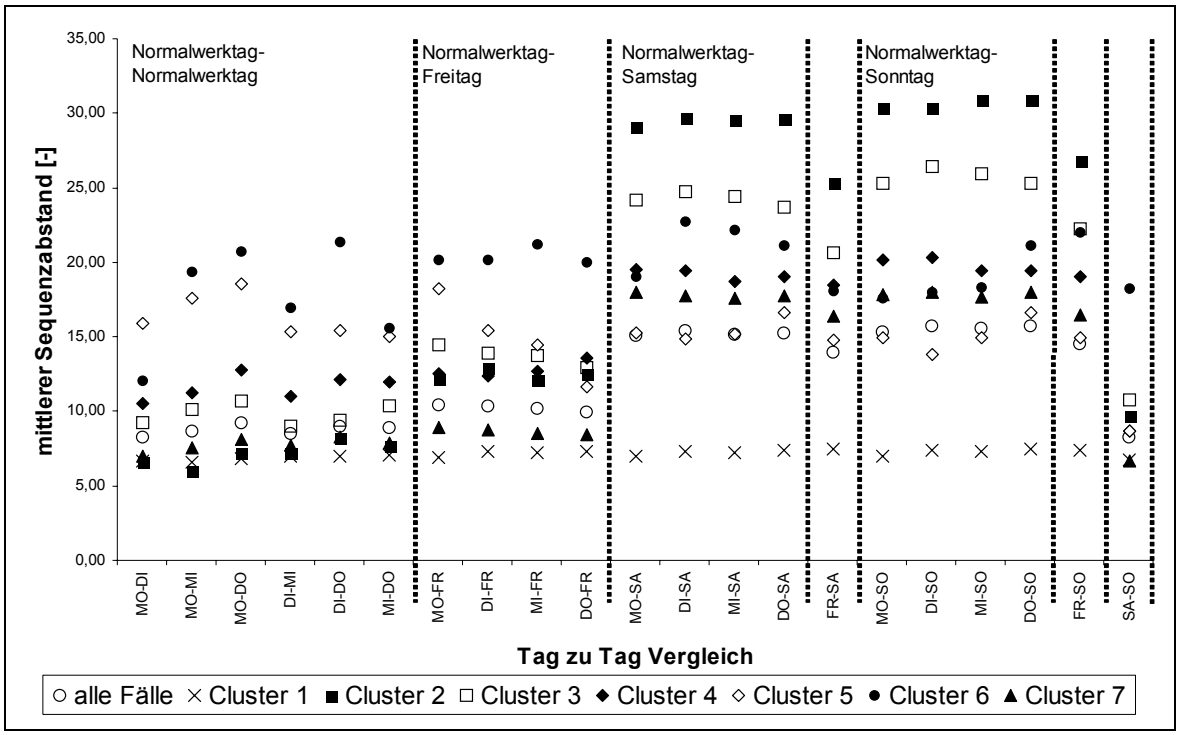


Abbildung 7-15: mittlere Sequenzabstände je Cluster sowie aller Fälle im intrapersonellen Tag zu Tag Vergleich (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n =2247 Fälle)

Zusammenfassend lässt sich festhalten: Durch interpersonelle Segmentierung der Wege-Aktivtätenmuster s gelingt implizit die Abgrenzung von Clustern S_i mit unterschiedlichen Formen intrapersoneller Tag zu Tag Variabilität im Raum-Zeit-Verhalten. Trotz eines abweichenden Vorgehens decken sich die erzielten Ergebnisse in der Tendenz mit denjenigen der aktuellen „Mobidrive-Studie“ [vgl. Zimmermann et al. 2001].

7.4.3.6 Kenngrößen des Verkehrsverhaltens

Die nachstehende deskriptive Analyse befasst sich mit der Fragestellung, inwieweit Unterschiede bzw. Übereinstimmungen zwischen den gebildeten Clustern S_i in Bezug auf ausgewählte elementare Kenngrößen des Verkehrsverhaltens bestehen. Entsprechende Abbildungen illustrieren je Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i die longitudinale Entwicklung der jeweiligen Kenngröße über die Woche.

Zur Abgrenzung der Cluster S_i im Hinblick auf das Verkehrsverhalten fasst zusammen, wie groß deren relative Abweichung von Durchschnittswert aller Fälle bei den einzelnen Indikatoren ausfällt und veranschaulicht dadurch typische Verkehrsverhaltensweisen. Indikatoren, bei denen im Clustervergleich besonders starke Abweichungen auftreten, sind die Kenngrößen Reiseweite und die Verkehrsmittelnutzung nach Wegen.

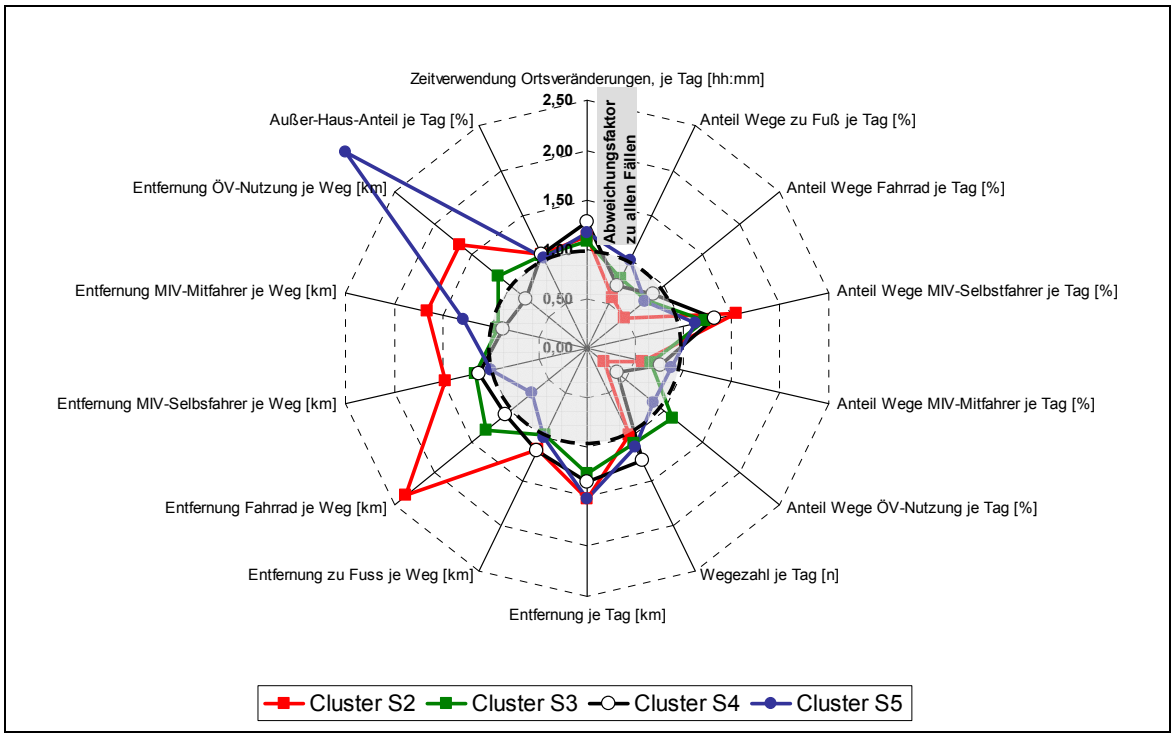


Abbildung 7-16: clusterspezifische Abweichungen in den Verkehrsverhaltensweisen der Cluster S_2, S_3, S_4 und S_5

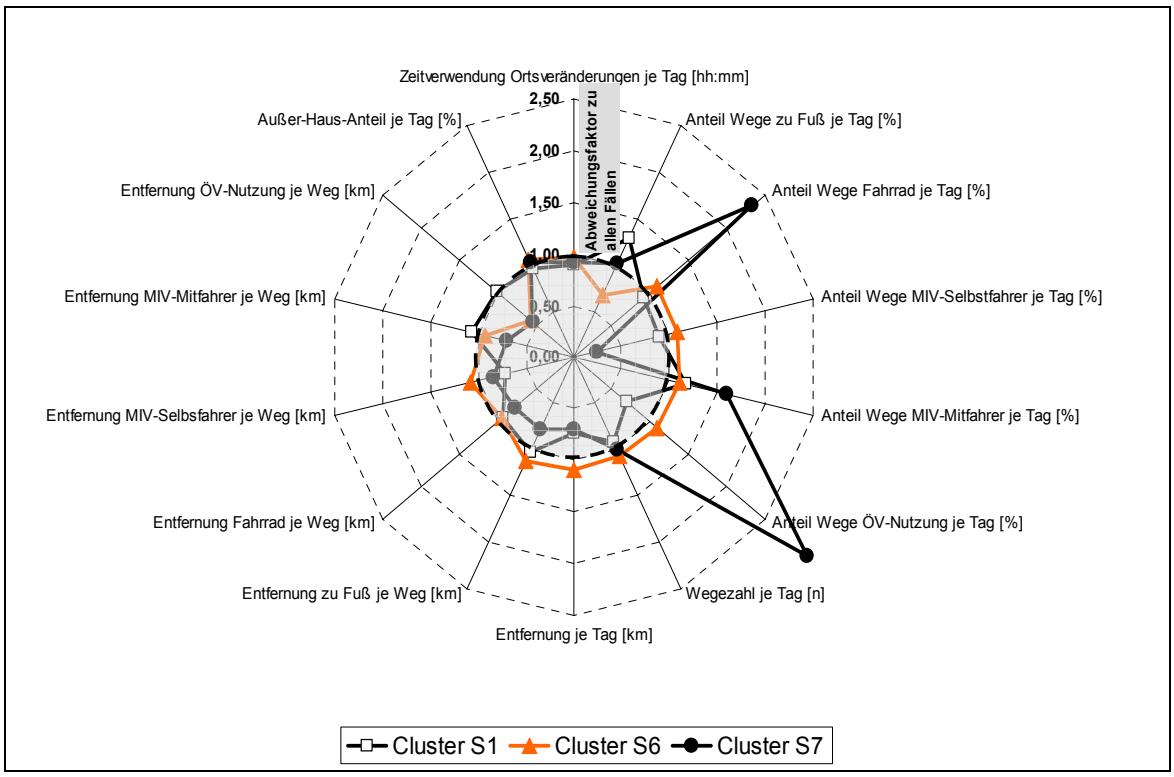


Abbildung 7-17: clusterspezifische Abweichungen in den Verkehrsverhaltensweisen der Cluster S_1, S_6 und S_7

Eindeutige Unterschiede im Verkehrsverhalten deuten sich beispielsweise an:

- in einer starken Affinität des Zufußgehens bei Cluster S_1, der ÖV-Nutzung bei Cluster S_7, des MIV-Selbstfahrens bei Cluster S_2 und S_4, des Fahrradfahrens und des MIV-Mitfahrens bei Cluster S_7 ,
- in einer niedrigen Affinität der ÖV-Nutzung bei Cluster S_1, S_2 und S_4, des Zufußgehens bei Cluster S_2 und S_6, des MIV-Selbstfahrens bei Cluster S_7 und des MIV-Mitfahrens bei Cluster S_2 und S_3.
- in hohen mittleren Reiseweiten bei Cluster S_2, S_3, S_4 und S_5 und niedrigen bei Cluster S_1 und S_7 sowie
- in einer hohen durchschnittlichen Wegezahl bei Cluster S_4 und einer niedrigen bei Cluster S_1 und S_7.

- Verkehrsbeteiligung / Außer-Haus-Anteil

Im Analysefall beträgt die durchschnittliche tagesspezifische Außer-Haus-Quote, die darüber Auskunft gibt, ob Tätigkeiten außer Haus realisiert werden, über alle Wochentage und Fälle 91,9 % (vgl. Anhang G, Tabelle G-II). Die Quote von Personen, die das Haus nicht verlassen, weicht an den Werktagen nur geringfügig voneinander ab und erreicht einen Wert von ungefähr 95 %. Samstags geht die Verkehrsbeteiligungsquote auf ca. 89 % zurück. Den geringsten Häufigkeitswert hierfür mit 80 % lässt sich für den Sonntag feststellen (vgl. Abbildung 7-18).

Aus der festgestellten marginalen Quote von ca. 0,2 % von immobilen Personen an allen 7 Tagen folgt: Die prinzipiell zu erwägende Bildung eines eigenen Clusters der „Immobilen“ macht aufgrund der äußerst geringen Fallzahl (n < 5 bei einer Stichprobe von 2247) keinen Sinn.

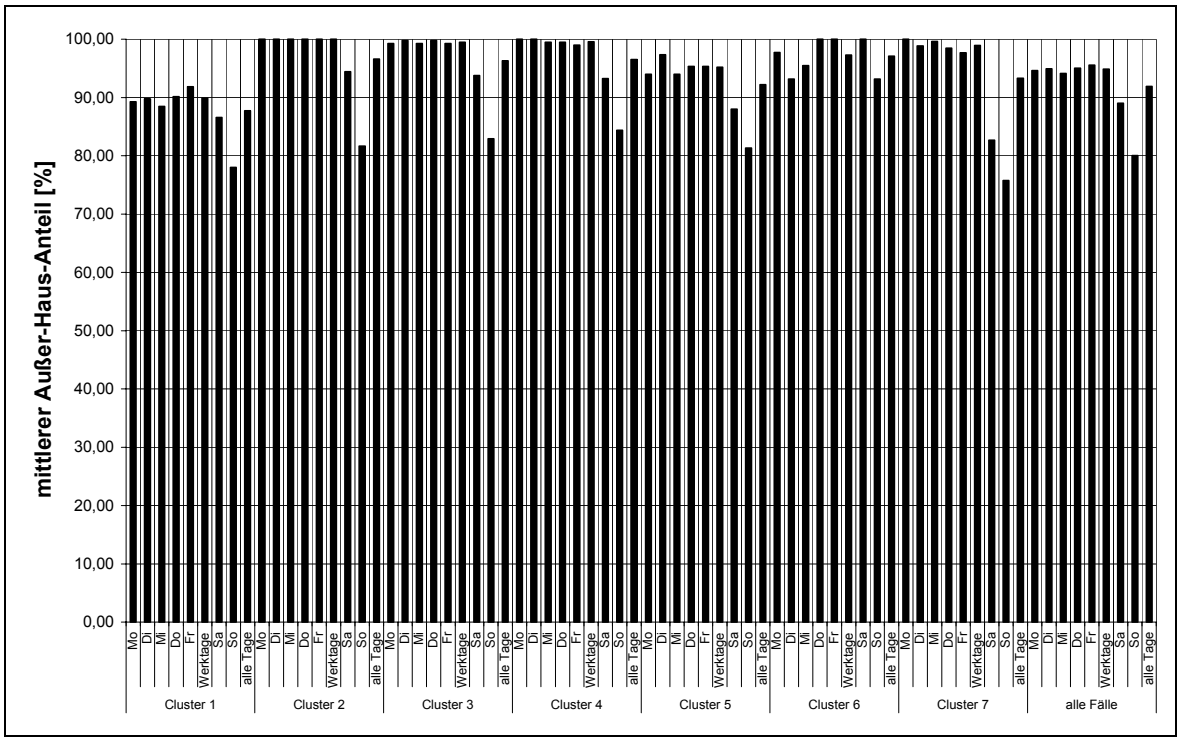


Abbildung 7-18: mittlerer Außer-Haus-Anteil pro Tag im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n =2247 Fälle)

Eine Gegenüberstellung der Cluster S_i zeigt Unterschiede in der jeweils mittleren Verkehrsbeteiligung über alle Wochentage, wobei sich drei Niveaubereiche herauskristallisieren (vgl. Anhang G, Tabelle G-2). Die Abgrenzung der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i deckt sich wiederum im Großen und Ganzen mit derjenigen nach der Hauptaktivität. So weisen die Cluster S_2, S_3, S_4 und S_6 mit der Hauptaktivität Arbeit mit 96,6 bis 97,1 % die höchsten Verkehrsbeteilungsquoten und Cluster S_1 ohne disponible Tätigkeit mit 87,1 % die niedrigste auf. Zwischen diesen Extremen ordnen sich die Außer-Haus-Anteile von Cluster S_5 und S_7 an.

Eine clusterspezifische Besonderheit im Wochenverlauf ist besonders erwähnenswert: Cluster S_2, S_3, S_4 und S_7 erreichen an den Werktagen beinahe oder ganz eine 100%-Quote bei der Verkehrsbeteiligung.

Das ermittelte standardisierte Entropie-Maß E_{st} (vgl. Gleichung 7-1) für die intracluster Zustandsverteilungen des Außer-Haus-Anteils mit den Zuständen „Haus verlassen“ und „Haus nicht verlassen“ unterschreitet mit der Ausnahme von Cluster S_1 den entsprechenden Parameter aller Fälle. Das heißt: Durch die Typologiebildung wird eine Heterogenitätsreduktion erreicht (vgl. Anhang G, Tabelle G-4).

- Verkehrsmittelnutzung (Hauptverkehrsmittel) nach Wegen

Ohne eine Differenzierung je Cluster S_i vorzunehmen, ergibt sich folgender wegebezogener Modal-Split über alle Tage: Die meisten Ortsveränderungen werden mit ca. 48 % als MIV-Selbstfahrer, ungefähr 21 % zu Fuß, ca. 14,3 % als MIV-Mitfahrer, 8,6 % mit dem Fahrrad und 8,1% mit dem Öffentlichen Verkehr zurückgelegt (vgl. Anhang G, Tabelle G-2). Im Wochenverlauf verändert sich die Verkehrsmittelnutzung: An den einzelnen Werktagen bleiben die Anteile relativ konstant, dagegen nehmen am Wochenende - besonders am Sonntag - die Anteile von MIV-Mitfahren und Zufußgehen zu. Im Gegenzug sinken die Quoten für die ÖV-Nutzung, das MIV-Selbstfahren und der Fahrradnutzung (vgl. Abbildung 7-19).

Zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i bestehen Unterschiede, ob und inwieweit Tag zu Tag Anteilsverschiebungen in der Verkehrsmittelnutzung auftreten: Eine hohe werktägliche Konstanz weisen Cluster S_1, S_2 und S_7 auf, wohingegen die Variabilität bei Cluster S_3, S_4, S_5 und S_6 stärker ausgeprägt ist. Auffallend ist der Rückgang der ÖV-Nutzung bei Cluster S_3 freitags.

Die wegebezogenen Anteile der Hauptverkehrsmittel nach Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i auf Wochenbasis zeigt Abbildung 7-19. Daraus ist ersichtlich, dass

- Cluster S_2 mit fast drei von vier Wegen als MIV-Selbstfahrer sowie sehr geringen Quoten für alle anderen Modi und
- Cluster S_7 mit lediglich etwas über jedem 10. Weg als MIV-Selbstfahrer sowie großen Anteilen für die ÖV-Nutzung (24,7 %), das MIV-Mitfahren (22,8 %) und die Fahrradnutzung (20,1 %)

die Extreme der Typologie repräsentieren. Die Struktur der Verkehrsmittelnutzung bei allen anderen Clustern S_i bewegt sich zwischen diesen beiden Polen.

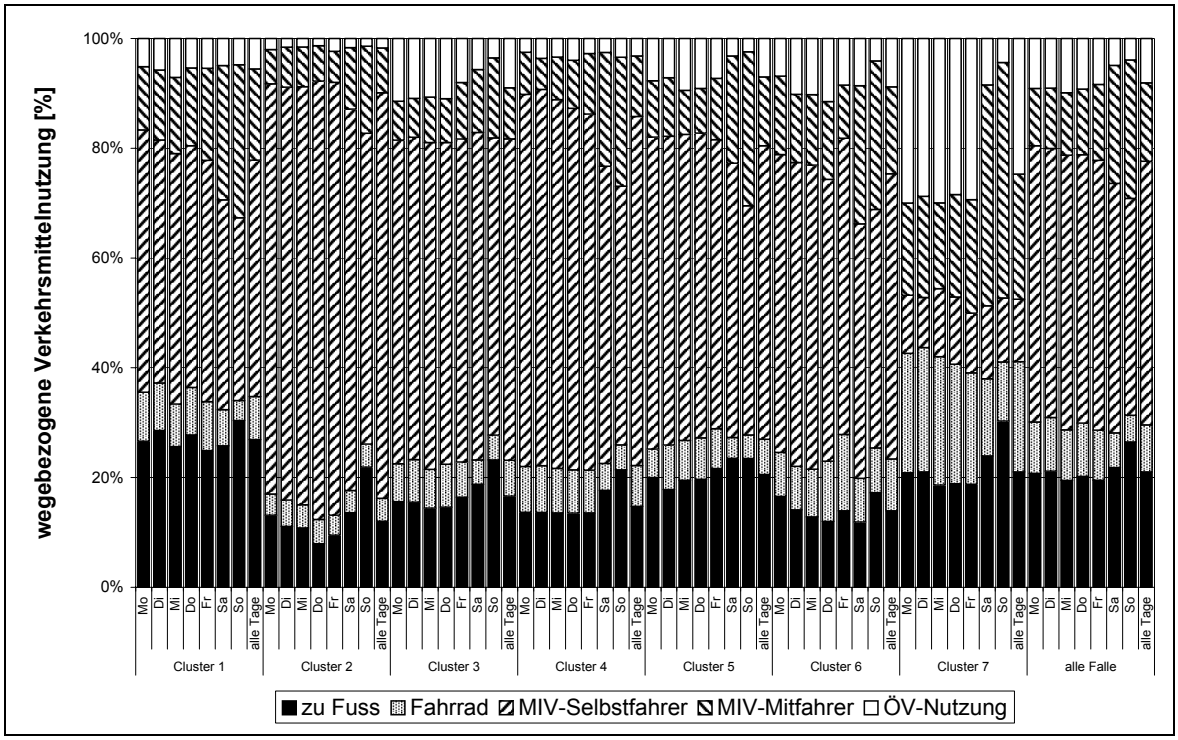


Abbildung 7-19: wegebezogene Verkehrsmittelnutzung im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n=2247 Fälle)

Das ermittelte standardisierte Entropie-Maß E_{st} (vgl. Gleichung 7-1) unterschreitet für die intracluster Zustandsverteilungen der Verkehrsmittelnutzung nach Wegen mit der Ausnahme von Cluster S_7 die entsprechende Kenngröße aller Fälle (Anhang G, Tabelle G-4). Das bedeutet: Es konnte für diesen Parameter eine Heterogenitätsreduktion durch die Klassifikation der Wege-Aktivitätenmuster s zu Typen S_i erreicht werden.

- Zahl von Ortsveränderungen

Ausgehend von einer durchschnittlichen Wegehäufigkeit von 3,57 pro Fall und Tag, ergibt sich im Wochenlängsschnitt folgender Verlauf: Die durchschnittliche tagesspezifische Wegezahl pro Fall nimmt von Montag bis Freitag von 3,72 auf 4,08 stetig zu und fällt dann am Wochenende auf 3,29 samstags und 2,36 sonntags stark ab (vgl. Abbildung 7-20)

Die Spanne der mittleren Ortsveränderungszahl pro Tag und Fall differenziert nach Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i reicht von 4,49 dem Maximalwert für Cluster S_4 bis zu 3,26 dem Minimalwert für Cluster S_1. Weiter zeigt Abbildung 7-20 eine relativ konstante Wegezahl bei Cluster S_1 und S_7 an den Tagen Montag bis Samstag; hingegen ist die entsprechende Tag zu Tag Variabilität bei den anderen Clustern S_i teilweise groß. Beispielsweise steigt bei den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_2 und S_3 die Ortsveränderungszahl freitags sprunghaft an.

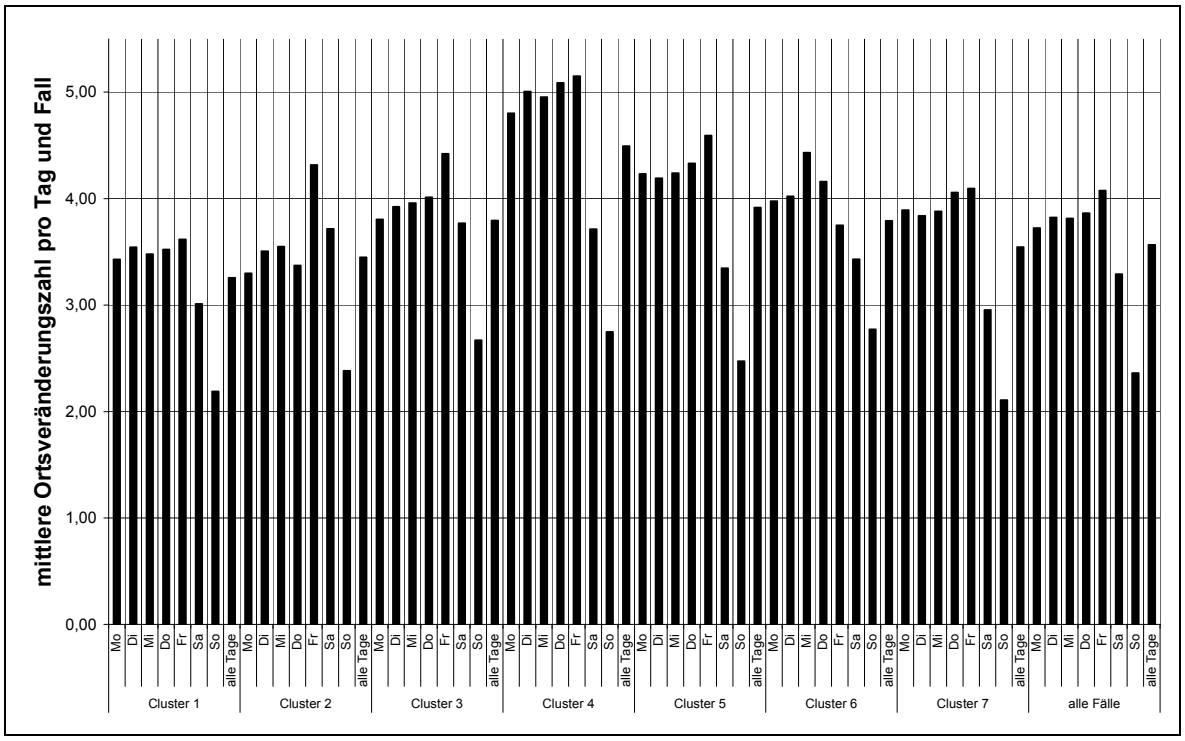


Abbildung 7-20: mittlere Ortsveränderungszahl pro Tag und Fall im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n=2247 Fälle)

Dass durch die Clusterbildung kein Separierungseffekt hinsichtlich der Wegezahl erreicht werden konnte, lässt sich aus Tabelle G-5 in Anhang G ablesen: Der durch die Binnenclustervarianz erklärte Anteil von 0,97 an der Gesamtvarianz ist sehr hoch und demnach die Varianzaufklärung gering.

- Reiseweite

Die durchschnittliche Reiseweite beträgt 38,7 km pro Fall und Tag. Im Wochenverlauf steigt die zurückgelegte Entfernung je Fall und Tag beständig von Montag bis Freitag von 35,1 km auf 44,7 km, fällt am Samstag auf 35,7 km und nimmt am Sonntag auf 38,6 km zu (vgl. Abbildung 7-21).

Bemerkenswert ist die sehr große Spanne der durchschnittlichen Reiseweiten zwischen den Clustern S_i, die von 26,9 bis 58,8 km je Fall und Tag reicht (vgl. Abbildung 7-21). Die immensen Unterschiede zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i deuten auf eindeutige Distanzverhaltensweisen. Teilweise sehr große Tag zu Tag Intraclusterabweichungen geben Anlass zu folgender Vermutung: Eventuell sind hierfür auch Ausreißereffekte - bedingt durch einzelne sehr weite Reisen - verantwortlich. Ohne die möglichen Verzerrungen zu beachten, zeigt Abbildung 7-21,

- dass vom erläuterten Wochenverlauf aller Fälle Cluster S_1, S_5 und S_6 abweichen, deren Wochenmaxima der mittleren Entfernung auf Tagesbasis sonntags, mittwochs und donnerstags auftreten,
- dass die Tag zu Tag Unterschiede besonders stark bei Cluster S_2 und S_5 ausgeprägt sind und
- dass die entsprechenden Variabilitäten bei Cluster S_1 gering sind.

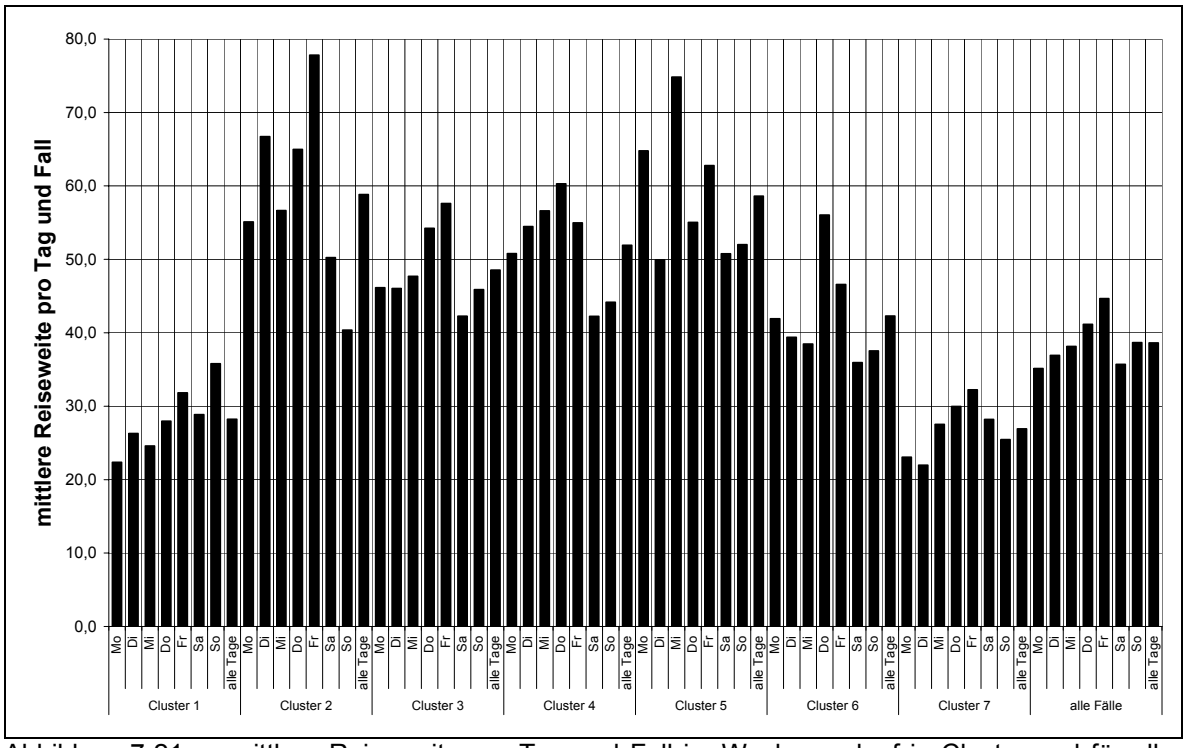


Abbildung 7-21: mittlere Reiseweite pro Tag und Fall im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n=2247 Fälle)

Nicht erfüllt sind für den Parameter Reiseweite die Anforderungen der externen Heterogenität und der internen Homogenität, da der Verhältniswert der Binnencluster- zu Gesamtvarianz von 0,99 sehr hoch ist.

Abschließend erfolgt eine Analyse der durchschnittlichen Entfernung je Weg und Fall nach Verkehrsmitteln je Cluster S_i (vgl. Anhang G, Tabelle G-2). Folgende Besonderheiten deuten sich an:

- Bei Cluster S_1 liegt die durchschnittlich zurückgelegte Strecke für Ortsveränderungen mit 9,0 km als MIV-Selbstfahrer weit unter dem Mittel aller Fälle (Faktor 0,7).
- Cluster S_2 grenzt sich von den anderen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i insbesondere durch eine stark nach oben abweichende Durchschnittsentfernung mit 18,6 km je Weg und Fall als MIV-Selbstfahrer ab (Faktor 1,5).
- Der Maximalwert einer mittleren Reiseweite mit fast 75 km ergibt sich bei Cluster S_5 für die ÖV-Nutzung (Faktor 3,1).
- Demgegenüber beträgt die durchschnittliche Entfernung je Weg mit dem Öffentlichen Verkehr bei Cluster S_7 lediglich 12,7 km.

Weitere clusterspezifischen Unterschiede in der durchschnittlich zurückgelegten Entfernung nach Verkehrsmittel dokumentiert Anhang G in Tabelle G-2.

- Tagesaktivitätsketten

Aus der clusterübergreifenden Analyse, welche Tagesaktivitätsketten im Wochenverlauf die größten Häufigkeiten erreichen, lässt sich zeigen: An den Werktagen handelt es sich um kurze Aktivitätsketten mit zwei Ortsveränderungen, die arbeits-, einkaufs- oder freizeitbezogen sind, auf den vorderen Rängen der Hierarchie. Während von Montag bis Donnerstag die Abfolge W-Arb-W dominiert, ist freitags W-Ek-W an erster Stelle positioniert. An den Wochenendtagen sind ausschließlich Aktivitätsketten mit disponiblen Tätigkeiten auf den vorderen Rängen der Häufigkeitsverteilung platziert: Während für den Samstag Aktivitätsketten mit den Tätigkeitskategorien Freizeit und / oder Einkauf typisch sind, bleibt der Sonntag frei von Versorgungstätigkeiten (vgl. Anhang G, Abbildung G-8).

Zur Analyse der Aktivitätsketten im Vergleich der Cluster S_i auf Wochenbasis dienen folgende Indikatoren:

- *Erstens* wird untersucht, welche der häufigsten Aktivitätsabfolgen, mit welchen Anteilen in den einzelnen Partitionen S_i vorzufinden sind. Als maßgebende Vergleichsgrundlage gelten dabei per Definition in der vorliegenden Untersuchung lediglich die vier häufigsten Aktivitätsketten je Cluster S_i.
- *Zweitens* wird die Anzahl unterschiedlicher Aktivitätsketten pro Tag und Fall berechnet. Der Parameter gibt über das Spektrum verschiedener Aktivitätsketten in den Clustern S_i Auskunft.
- *Drittens* lässt sich anhand der berechneten kumulierten Anteile der häufigsten Aktivitätsketten ablesen, wie viele Aktivitätsabfolgen in den Clustern S_i betrachtet werden müssen, um einen bestimmten Prozentsatz aller realisierten Aktivitätsketten abzudecken.

Die entsprechenden Auswertungen dokumentiert Tabelle 7-4.

Zusammenfassend betrachtet zeigen die Ergebnisse der Auswertungen zu den Tagesaktivitätsketten *einerseits* folgende strukturellen Gemeinsamkeiten zwischen den Clustern S_i auf:

- *Erstens* überwiegen in allen Clustern S_i an den vorderen Positionen der kumulierten Häufigkeitsverteilungen Aktivitätsketten mit wenigen Tätigkeiten.
- *Zweitens* zeichnen sich in den Clustern S_i mit der Hauptaktivität Arbeiten bzw. Ausbildung typische Abfolgen mit relativ großen Anteilswerten im Sinne des Grundsatzes “erst die Arbeit dann das Spiel“ [Dollase et al. 2000] ab, obwohl es theoretisch eine Vielzahl unterschiedlicher Reihenfolgen von Aktivitäten bei der Organisation von Tagesabläufen gibt.
- *Drittens* treten in allen Cluster S_i eine Vielzahl unterschiedlicher Aktivitätsketten mit geringen Häufigkeiten auf.

Andererseits ergeben sich clusterspezifische Abweichungen:

- *Erstens* schwankt die Beschreibbarkeit des clusterspezifischen Aktivitäten-(Verkehrs-) Verhaltens auf der Basis möglichst weniger Aktivitätsketten stark. Der kumulierte Anteil der drei häufigsten Abfolgen reicht von 16,6 % (Cluster S_5) bis 45,2 % (Cluster S_7). Dabei zeigt sich wiederum bei den meisten Clustern S_i eine Heterogenitätsreduktion gegenüber jener Kenngröße aller Fälle.
- *Zweitens* erstreckt sich die Spanne der Anzahl unterschiedlicher Aktivitätsketten pro Tag und Fall von 0,14 (Cluster S_1) bis 0,44 (Cluster S_6). Das heißt: Inwieweit eine Verhaltensvariabilität

durch die Realisierung verschiedener Tagesprogramme deutlich wird, ist je Cluster S_i sehr unterschiedlich ausgeprägt.

Tabelle 7-4: Kenngröße Tagesaktivitätsketten auf Wochenbasis je Cluster und für alle Fälle (Daten: Mobiltätspanel 97/98, ungewichtet, n = 2247 Fälle)

Aktivitätsketten Indikatoren	Cluster S_1	Cluster S_2	Cluster S_3	Cluster S_4	Cluster S_5	Cluster S_6	Cluster S_7	alle Fälle
Anzahl unterschiedlicher Aktivitätsketten pro Cluster und Woche	952	303	659	538	401	134	326	2363
Anzahl unterschiedlicher Aktivitätsketten pro Fall und Tag	0,14	0,24	0,23	0,40	0,38	0,44	0,18	0,15
relative Häufigkeiten der häufigsten Aktivitätsketten in [%] (Rang)								
W-Arb-W		25,1 (1)	18,8 (1)	9,1 (1)	7,1(1)	16,7(1)		7,8 (3)
W-Arb-W-Ek-W				6,0 (2)				
W-Arb-W-Frei-W		8,2 (2)	6,6 (2)			3,7 (2)		
W-B-W							18,4 (1)	
W-B-W-Frei-W							18,3 (2)	
W-Ek-W	16,4 (1)				5,4 (2)			8,5 (2)
W-Frei-W	14,6 (2)	5,8 (3)	4,8 (3)	5,0 (3)		3,7 (2)	8,5 (3)	9,7 (1)
W-Ek-W-Frei-W	6,3 (3)							
W					4,1 (3)			
(.)-W-Arb						3,7 (2)		
kumulierte relative Häufigkeiten der Aktivitätsketten in [%] Σ Rang (1) bis (3)	Σ 37,3	Σ 39,1	Σ 30,2	Σ 20,1	Σ 16,6	Σ 27,8	Σ 45,2	Σ 26,0

- *Drittens* spiegelt sich - wie zu erwarten - die typische Zeitverwendungsstruktur der Cluster S_i in den häufigsten Aktivitätsketten wider:
  - Typisch sind Aktivitätsketten für Cluster S_1 ohne obligatorische Aktivitätstypen, für Cluster S_7 mit dem Aktivitätstyp Bilden sowie für die Cluster S_2, S_3, S_4 und S_6 mit der Tätigkeitskategorie Arbeiten.
  - Des Weiteren decken sich bei Cluster S_2, S_3 und S_4 mit abweichenden Anteilswerten die vier häufigsten Programme, wobei die Quote der gewichtigsten Kette W-Arb-W von 25,1 % bei Cluster S_2, über 18,8 % bei Cluster S_3 zu 9,1 % bei Cluster S_4 abnimmt.

7.4.3.7 Einordnung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie in den wissenschaftlichen Kontext

Ein Vergleich der erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie der vorliegenden Untersuchung mit den entsprechenden Klassifikationen inhaltlich verwandter älterer Forschungsarbeiten (vgl. Abschnitt 3.3.2, Tabelle 3-4) deckt folgende Unterschiede und Gemeinsamkeiten auf:

- Mit lediglich sieben Clustern S_i ordnet sich die erstellte Wege-Aktivitätenmuster-Typologie eher im unteren Bereich der Differenziertheit an.

- Der Verschiedenartigkeit der Arbeitswelt mit unterschiedlichen Arbeitszeitmodellen („Erosion des Normalarbeitsverhältnisses“) [vgl. Wolf et al. 1999, Hielscher 2000, Eberding 2002], trägt das erzielte Ergebnis der vorliegenden Arbeit in ähnlicher Art und Weise wie die aktuelleren Studien von *Wang* [1997] und *Kulkarni et al.* [2000] Rechnung, wohingegen dies bei den Klassifikationen von *Kutter* [1972], *Schmiedel* [1984], *Pas* [1980] und *Recker et al.* [1980] nicht bzw. unzureichend zum Ausdruck kommt. Beispielsweise repräsentieren bei *Schmiedel* [1984] werktägliche Tagesabläufe lediglich den 8-Stunden-Normalarbeitstag. Die Suche nach Gründen dafür führt zu Vermutungen in zwei Richtungen:
  - *Zum einen* steht die Sichtbarwerdung unterschiedlicher Organisationsformen der Arbeit für eine zeitliche Instabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens über längere Zeiträume. Deregulierungstendenzen (Abnahme des Normalarbeitsverhältnisses, starke Zunahme der Teilzeitbeschäftigung, leichter Zuwachs an Nacht- und Schichtarbeit, Anstieg der Samstagsarbeit) [vgl. Hielscher 2000, Eberling 2002] zeichnen sich dabei in der aktuellen Wege-Aktivitätenmuster-Typologie der vorliegenden Arbeit ab, ohne jedoch Veränderungen belegen zu können. Eher an der Normalarbeitszeit orientierte Cluster S_i (Cluster S_2 und Cluster S_3) weisen jedoch auch hier gegenüber denjenigen mit flexiblen Organisationsformen der Arbeit weitaus größere Fallzahlen auf.
  - *Zum anderen* bestehen eventuell untersuchungsbedingte Ursachen. Als Konsequenz der Bildung von Vorab-Personenkategorien mit lediglich zwei Ausprägungen des Erwerbsstatus (Erwerbstätig, Nicht-Erwerbstätig) bei *Schmiedel* [1984] „verwischen“ sich dort unterschiedliche Arbeitszeitformen innerhalb der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i der Personenkategorien „Erwerbstätige mit Pkw“ und „Erwerbstätige ohne Pkw“.
- Die eigene Typologie umfasst nur das Cluster S_7, dessen Hauptaktivität Bilden ist. Gleiches gilt auch für die Untersuchungen von *Kutter* [1972], *Pas* [1980], und *Recker et al.* [1980]. Abweichend davon enthalten die Klassifikationen der Forschungsarbeiten von *Schmiedel* [1984], *Wang* [1997] und *Kulkarni et al.* [2000] mehrere ausbildungsorientierte Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i.
- Mit nur einem einzigen Cluster S_i, das ausschließlich durch nicht-obligatorische Haupttätigkeiten geprägt ist, bleiben Unterschiede zwischen freizeit- und versorgungsorientierten Wege-Aktivitätenmustern infolge abweichender zeitlichen Lagen, Dauern usw. entsprechender Tätigkeiten in der vorliegenden Wege-Aktivitätenmuster-Typologie unberücksichtigt. Bemerkenswert ist, dass bei allen einschlägigen Forschungsarbeiten außer bei *Wang* [1997] und *Kulkarni et al.* [2000] durch die Beschränkung auf einen einzigen Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i im Rahmen der Typologiebildung eine starke Uniformierung durch disponible Tätigkeiten geprägter Wege-Aktivitätenmuster s vorgenommen wird. Unterschiedliche alltägliche Verhaltensweisen des Freizeit- und Einkaufsverhaltens, die beispielsweise eine aktuelle Untersuchung von *Tacken* [2003] zeigt, werden dabei nicht deutlich.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren: Die aktuelle Wege-Aktivitätenmuster-Typologie spiegelt den Trend veränderter Organisationsformen der Arbeit gut wider, wohingegen die zunehmende Differenziertheit anderer Facetten des Alltagsverhaltens der Ausbildung, der Freizeit und der Versorgung eher unzureichend zum Ausdruck kommt.

7.5 Induktive Analysestufe - Erklärung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie

7.5.1 Vorbereitung der induktiven Datenanalyse

Die Fragestellung, welche Merkmale k der Person, des Haushaltes usw. die Zuordnung zu den sieben Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i vorhersagen und welche Effekte die Ausprägungen k_j diskriminierender Erklärungsgrößen k auf die Wahrscheinlichkeit der Realisierung eines Wege-Aktivitätenmuster-Typus S_i zeigen, versucht die induktive Datenanalyse zu ergründen. Grenzen bzw. Möglichkeiten der Erkennung von Kausalzusammenhängen infolge fehlender bzw. vorhandener unabhängiger Variablen k setzen hierbei die Daten des verwendeten MOP. Theoretische Grundlage bilden die Ausführungen über die Logik der Situation in Abschnitt 4.3 c), die im Sinne eines Hypothesengerüstes darlegen, welche externen und internen Einflüsse in Form von Merkmalen k bzw. Merkmalswerten k_j auf das individuelle Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten existieren.

Im Vorgriff auf die induktive Datenanalyse ist die Reduktion der Anzahl der Merkmalswerte k_j bei einigen der Variablen k infolge der geringen Zahl von Stichprobenfällen in der vorliegenden Untersuchung notwendig. Inhaltliche Erwägungen bestimmen dabei, welche Ausprägungen k_j durch Zusammenfassen zu gröberen Kategorien verdichtet werden (vgl. Anhang H-I).

Aus einer Vielzahl im MOP vorhandener bzw. daraus abgeleiteter[24] Prädiktoren k, die möglicherweise Erklärungskraft im Hinblick auf die Zuordnung von Personen zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i zeigen, ist eine inhaltlich adäquate Vorauswahl aus dem Datenfundus zu treffen. Hierfür wird folgende Strategie verfolgt:

- *Erstens* orientiert sich die Vorab-Festlegung infrage kommender Erklärungsgrößen k an thematisch verwandten Forschungsbeiträgen [u. a. Pas 1980, Recker et al. 1980, Schmiedel 1984] obwohl sich jene Untersuchungen ausschließlich auf einen Werktag beziehen und nicht wie in der Analyse der vorliegenden Arbeit die ganze Woche im Betrachtungsfokus haben (vgl. Abschnitt 3.3.2). Es sollen - soweit möglich - zumindest diejenigen Erklärungsgrößen k der aufgeführten Publikationen in der eigenen Untersuchung aufgegriffen werden, die dort bereits als maßgebende Prädiktoren k identifiziert bzw. a-priori zugrundegelegt wurden (vgl. Abschnitt 3.3.2, Tabelle 3-4).
- *Zweitens*, ob eine Variable k möglicherweise diskriminierende Effekte aufweist oder nicht, lässt sich in einem ersten Screening mit Hilfe der Kreuztabellenanalyse überprüfen. Stellt sich heraus,
  - dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Clusterzugehörigkeit und der potenziellen Erklärungsgröße auf Basis des χ^2-Tests besteht (Irrtumswahrscheinlichkeit α>0,05) oder jener infolge der Verletzung von Anwendungsvoraussetzungen des statistischen Verfahrens nicht feststellbar ist, oder

[24] Durch logische Verknüpfungen der Merkmalswerte mehrerer Erklärungsgrößen werden neue Prädiktoren mit Kategorien erzeugt (z. B. Lebenszyklusvariable, Kombinationsvariable aus Führerscheinbesitz und Pkw-Verfügbarkeit).

- dass die Stärke der Abhängigkeit basierend auf dem Maß des ϕ-Koeffizienten unter 0,3 liegt und damit trivial ist [vgl. Backhaus et al. 2003],

bleibt das Merkmal k von vornherein ausgeschlossen.

Anhang H -II dokumentiert das Ergebnis des Filterprozesses, auf welche Variablen k des MOP die Wahl als potenzielle Erklärungsgröße fällt. Folgendes ist dabei zu beachten:

- Trotz festgestellter statistischer Zusammenhänge im Rahmen der Kreuztabellenanalyse werden die grundsätzlich relevanten Prädiktoren k Haushaltsgröße und Lebens- bzw. Familienzyklustyp nicht weiter beachtet. Während die Erklärungsgröße Haushaltstyp die Zahl der Haushaltsmitglieder bereits einschließt, setzt sich die Lebenszyklusvariable aus den ebenfalls identifizierten Variablen Haushaltstyp und Alter zusammen.
- Obwohl die Kreuztabellenanalyse keine Dependenzen anzeigt, gehen die Variablen Pkw-Verfügbarkeit und Raumtyp dennoch in die folgende Analyse ein. Gegen einen Ausschluss aller Kontextvariablen k sprechen, dass andere einschlägige Arbeiten jene Prädiktoren k berücksichtigen und inhaltliche Erwägungen.
- Unbeachtet bleiben Variablen k, welche die Ausstattung des Wohnumfeldes mit Gelegenheiten beschreiben, da die Kreuztabellenanalyse keine Zusammenhänge erkennen lässt.

7.5.2 Durchführung der induktiven Datenanalyse

Für den beschriebenen Analysezweck erfolgt die Schätzung eines multinomialen Logit-Modells, wie bereits in Abschnitt 4.7 dargelegt und in Abschnitt 4.3.b) begründet. Jenes konstituiert sich folgendermaßen:

- Als kategoriale abhängige Variable geht in das Modell die im vorherigen strukturen-erkennenden Analyseschritt erzeugte Wege-Aktivitätenmuster-Typologie mit i = 1 bis 7 Merkmalswerten, die je für ein Cluster S_i stehen, ein.
- Unabhängige Variablen sind zunächst alle aus der Vorauswahl hervorgehenden Erklärungsgrößen k (mit $k \in K_{trenn}$ und $K_{trenn} \subseteq K$). Außer dem metrischen Merkmal Alter handelt es sich bei allen anderen durchweg um nominalskalierte Prädiktoren k mit zwei oder mehr Ausprägungen k_j (vgl. Anhang H-I).

7.5.3 Identifikation von Erklärungsgrößen und Analyse der Effekte der Merkmalsausprägungen diskriminierender Prädiktoren

7.5.3.1 Spezifizierung des Modells

Die *erste* Analysephase der Modellfestlegung dient dazu, iterativ über den Zwischenschritt vorläufiger multinomialer Logit-Modelle ein endgültiges mit einem möglichst hohen Erklärungsgehalt abzuleiten (vgl. Abbildung 4-8). Zur Schätzung der vorläufigen Logit-Modelle werden alle per Vorauswahl definierten potenziellen Erklärungsgrößen k eingebracht (vgl. Tabelle 7-5). Es handelt sich dabei um sieben personenbezogene Merkmale, eine raumbezogene und eine haushaltsbezogene Variable. Lassen sich auf der Grundlage der vorläufigen Logit-Modelle signifikante Trennwirkungen der unabhängigen Merkmale k mit Hilfe des zur Beurteilung relevanten Likelihood Ratio-Test (vgl. Abschnitt 7.6.3.3) identifizieren, so verbleiben die

Variablen im Modell. Andernfalls werden jene entfernt. Entsprechend zeigt Tabelle 7-5 den Beitrag der Bestimmungsgrößen k zur Trennung der verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i anhand deren Signifikanzniveau.

Tabelle 7-5: Auswahl signifikanter Prädiktoren zur Erklärung der Affinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen

Erklärungsgröße	Geschlecht	Alter	Berufstätigkeit	Schulabschluss	Führerscheinbesitz	Zeitkarte ÖPNV	Raumtyp	Haushaltstyp	Pkw-Verfügbarkeit
Beurteilung der Trennwirkung auf der Basis des LR-Tests	+++	+	+++	-	+++	++	-	-	-
Signifikanzniveau auf Basis des LR-Tests:	- > 0,1 nicht signifikant + 0,05 – 0,1 schwach signifikant ++ 0,05 – 0,01 signifikant +++ < 0,01 hoch signifikant								

Insgesamt lässt sich festhalten: Merkmale des Raumes (Raumtyp) und des Haushaltes (Haushaltstyp) bleiben ohne substanziellen Einfluss, was bedeutet: Kontextbedingungen der Umwelt liefern keinen Beitrag zur Erklärung der vorliegenden Wege-Aktivitätenmuster-Typologie. Währenddessen fällt die überragende Bedeutung der personenbezogenen Variablen (Geschlecht, Führerscheinbesitz, Stellung im Erwerbsleben usw.) hierfür auf.

7.5.3.2 Schätzung des Modells

Der *zweite* Schritt umfasst die Schätzung des endgültigen multinomialen Logit-Modells (vgl. Abbildung 4-8) mit den verbleibenden Erklärungsgrößen Geschlecht, Alter, Berufstätigkeit, Führerschein- und ÖPNV-Zeitkartenbesitz.

7.5.3.3 Beurteilung des Modells

In Phase *drei* erfolgt die Überprüfung sowohl der Aussagekraft des Gesamtmodells als auch einzelner Prädiktoren. Zur Bewertung von Logit-Modellen eignen sich verschiedene Testverfahren [vgl. Urban 1993], die unterschiedlichen Testlogiken folgen:

- dem Nachweis der Anpassungsgüte der Modellschätzung (Klassifikationsmatrix) und
- der modellreaktiven Überprüfung der Trennwirkung von Erklärungsgrößen k hinsichtlich der abhängigen Variablen S_i mit Signifikanztests (Pseudo-R^2 und Likelihood Ratio-Test (LR-Test)).

- Erklärungskraft des Gesamtmodells

a) Überprüfung der Anpassungsgüte des gesamten Logit-Modells

Zur Bewertung der Erklärungskraft eines Logit-Modells ist die Klassifikationsmatrix prädestiniert: Beobachtete und prognostizierte[25] Werte der abhängigen Variablen werden dazu in einer Kreuztabelle verglichen (vgl. Tabelle 7-6) [Urban 1993, Backhaus et al. 2003].

Tabelle 7-6: Klassifikationsmatrix

Prognose / Beobachtet	Cluster S_1	Cluster S_2	Cluster S_3	Cluster S_4	Cluster S_5	Cluster S_6	Cluster S_7	Σ	Prozent richtig
Cluster S_1	661	0	55	66	4	0	42	828	79,8
Cluster S_2	1	0	153	1	0	1	1	157	0,0
Cluster S_3	8	0	312	13	5	0	19	357	87,4
Cluster S_4	18	0	66	67	6	0	7	164	40,9
Cluster S_5	21	0	46	40	8	0	17	132	6,1
Cluster S_6	3	0	18	9	0	1	4	35	2,9
Cluster S_7	5	0	4	1	0	0	234	244	95,9
Σ	718	2	657	201	28	8	331	1917	
Prozent insgesamt	37,4	0,0	34,1	10,3	1,2	0,1	16,9		

Die Hauptdiagonale der Klassifikationsmatrix enthält dabei die richtig geschätzten Fälle von 1283, so dass die Trefferquote insgesamt 66,9 % beträgt. Dieser Wert ist als befriedigend einzustufen.

b) Signifikanz des gesamten Logit-Modells

Um die Signifikanz des gesamten Logit-Modells zu testen, werden die Log-Likelihood-Werte des geschätzten vollständigen Modells LL_v und des Null-Modells LL_0 gegenüber gestellt. Beim Null-Modell sind alle Logit-Koeffizienten b_{ik_j} null, mit einer Ausnahme: dem konstanten Logit-Koeffizienten b_{ik_0}.

- Pseudo-R^2

  Der Pseudo-R^2 Wert zeigt als Maß für die Güte des Gesamtmodells die prozentuale Verbesserung der Erklärungskraft des Modells durch die unabhängigen Variablen an [Urban 1993, Backhaus et al. 2003].

  Gleichung 7-2: $$\text{Pseudo-}R^2 = 1 - \frac{LL_v}{LL_o}$$

  LL_v Log-Likelikelihood-Wert vollständiges Modell
  LL_o Log-Likelihood-Wert Null-Modell

  Die im Analysefall erzielte Gesamterklärungskraft Pseudo-R^2 des endgültigen multinomialen Logit-Modells von 0,5577 (vgl. Tabelle 7-7) indiziert eine herausragende Qualität, da nach *Urban* [1993] bzw. *Andreß et al.* [1997] bereits Werte über 0,2 auf eine gute Trennwirkung des Modells hinweisen.

[25] Für einen Prognosewert erfolgt die Zuordnung zu einer Kategorie i (i=1,2, ..,I-1) der abhängigen Variablen S_i folgendermaßen: Es wird diejenige Kategorie i mit der größten Wahrscheinlichkeit $P_{k_j}(i|S_i)$ ausgewählt [Urban 1993, Backhaus et al. 2000].

- Likelihood-Ratio-Test (LR-Test)
  Auf der Grundlage des LR-Tests wird die Signifikanz des Gesamtmodells getestet. Je größer der Unterschied zwischen beiden Log-Likelihood-Werten ist - als G-Wert bezeichnet -, desto höher ist der Erklärungswert der Prädiktoren. Die Nullhypothese geht davon aus, dass die spezifizierten Erklärungsgrößen k mit $k \in K_{Trenn}$ keine Effekte im Bezug auf die Trennung in Kategorien S_i zeigen. Zur Überprüfung der Signifikanz wird der χ2-Test verwendet, denn die Differenz der Log-Likelihood-Funktionen beider Modelle ist eine χ2-verteilte Testgröße [Urban 1993].

  Gleichung 7-3: $$G = -2 \cdot (LL_o - LL_V)$$

  G G-Wert

  Im Anwendungsfall ergibt sich ein G-Wert von G = 2641,21 (= 4736,28 – 2095,07). Aus dem χ^2-Test folgt ein hochsignifikanter Wert (p = 0,0000), was die Folgerung zulässt: Die Erklärungskraft des Modells ist als hoch einzustufen (vgl. Tabelle 7-7).

- Erklärungskraft einzelner Prädiktoren

Analog zur Beurteilung des Gesamtmodells eignen sich wiederum Pseudo-R^2 und Likelihood-Ratio-Test, um die partielle Erklärungskraft einzelner Bestimmungsgrößen k zu untersuchen.

- Pseudo-R^2 (reduziertes Modell)
  In einem ersten Schritt ist dafür der Pseudo-R^2 Wert des reduzierten Modells - das heißt, ohne den entsprechenden Prädiktor k im Modell einzuschließen - zu ermitteln.

  Gleichung 7-4: $$\text{Pseudo-R}^2 = 1 - \frac{LL_r}{LL_0}$$

  LL_r Log-Likelihood-Wert reduziertes Modell

  Aus der Differenz der Pseudo-R^2 Werte des vollständigen Modells und des reduzierten Modells resultiert der ΔPseudo-R^2. Jener Parameter gibt Auskunft über den relativen Netto-Effekt des Prädiktors k: Je größer die Zunahme des ΔPseudo-R^2 ausfällt, desto stärker ist dessen Netto-Effekt [Urban 1993].

  Bei dieser Analyse, inwieweit die im Modell verbliebenen einzelnen Prädiktoren k zu einer Verbesserung der Erklärungskraft beitragen, bildet sich eindeutig eine Rangfolge heraus (vgl. Tabelle 7-7). An erster Stelle steht mit weitem Abstand zu den anderen Determinanten k der Erwerbsstatus. Dessen induzierter Erklärungszuwachs ΔPseudo-R^2 beträgt 0,216 und signalisiert einen weit überragenden Effekt jener Variable zur Vorhersage der Affinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. Die Größenordnungen der relativen Netto-Effekte der weiteren Prädiktoren k des endgültigen Modells liegen fast gleichauf. An zweiter und dritter Position in der Hierarchie reihen sich dicht aufeinander folgend der Führerscheinbesitz und ÖPNV-Zeitkartenbesitz an. Während das Geschlecht Rang vier einnimmt, erreicht das Alter die letzte Stelle.

- Likelihood-Ratio-Test (LR-Test)
  Um den durch die jeweilige unabhängige Variable k induzierten Erklärungszuwachs zu bestimmen, kann beim LR-Test statt des Nullmodells ein reduziertes Modell eingesetzt werden (vgl. Gleichung 7-5). Dieses enthält alle Erklärungsgrößen außer den zu testenden Prädiktor k.

Auch hier kann eine Überprüfung der Signifikanz mit dem χ^2-Test vorgenommen werden [Urban 1993, Backhaus et al. 2003].

Gleichung 7-5: $G = -2 \cdot (LL_r - LL_V)$

Die unterschiedlichen Signifikanzniveaus des LR-Tests für die einzelnen Variablen bestätigen die vorherige Hierarchie der Effektstärke der einzelnen Merkmale: Hochsignifikante Werte und damit eine hohe Trennwirkung erzielen die Prädiktoren Erwerbsstatus, Führerscheinbesitz und ÖPNV-Zeitkartenbesitz, wohingegen sich für Alter und Geschlecht lediglich signifikante Werte ergeben (vgl. Tabelle 7-7).

Tabelle: 7-7: Ergebnisse zur Modellgüte (Gesamtmodell und einzelne Erklärungsgrößen)

Modell	-2 Log-Likelihood	G-Wert	Freiheits-grade	Signifikanz	Pseudo-R^2	induzierter Zuwachs an Pseudo-R^2 (Δ Pseudo-R^2)
Nullmodell						
ohne Prädiktoren (nur konstanter Term)	4736,3					
Endgültiges Modell						
alle Prädiktoren	2095,1	2641,2	42	0,0000	0,5577	
reduzierte Modelle						
ohne Alter	2109,1	14,0	6	0,0296	0,5547	0,0030
ohne ÖPNV-Zeitkartenbesitz	2116,7	21,7	6	0,0014	0,5531	0,0046
ohne Berufstätigkeit	3119,2	1024,1	18	0,0000	0,3414	0,2162
ohne Geschlecht	2111,0	15,9	6	0,0141	0,5543	0,0034
ohne Führerscheinbesitz	2121,1	26,0	6	0,0002	0,5522	0,0055

7.5.3.4 Interpretation der Modelleffekte

Der *vierte* Schritt befasst sich mit der Interpretation der Wirkungsrichtung und -stärke von Merkmalsausprägungen k_j identifizierter Erklärungsgrößen k. Grundlegende Zusammenhänge zwischen den Modelgrößen fasst nachstehende Abbildung 7-21 zusammen.

- Logit-Koeffizienten
  Bei der Parameterschätzung[26] des endgültigen multinomialen Logit-Modells werden die Logit-Koeffizienten b_{ik_j} (i=1,...,I-1) bei vorhandenen I Merkmalsabstufungen der abhängigen Variable - die sieben Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i - lediglich für (I-1) Kategorien - das heißt für sechs - bestimmt. Eine Kategorie i der abhängigen Variablen S_i stellt die Referenzkategorie dar, deren Logit-Koeffizienten b_{ik_j} auf null gesetzt werden. Während die Logit-Koeffizienten b_{ik_j} (i=1,...,I-1) die Einflussstärke der dazugehörigen, unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable S_i wiedergeben, steht die Konstante b_{i_0} für alle weiteren unspezifizierten Effekte [Backhaus et al. 2003, Urban 1993]. Über die Interpretation von Effektstärke und Wirkungsrichtung der Logit-Koeffizienten b_{ik_j} geben die vorher genannten Publikationen Auskunft.

[26] Hierzu wird die Maximum-Likelihood (Schätz-)Methode angewandt.

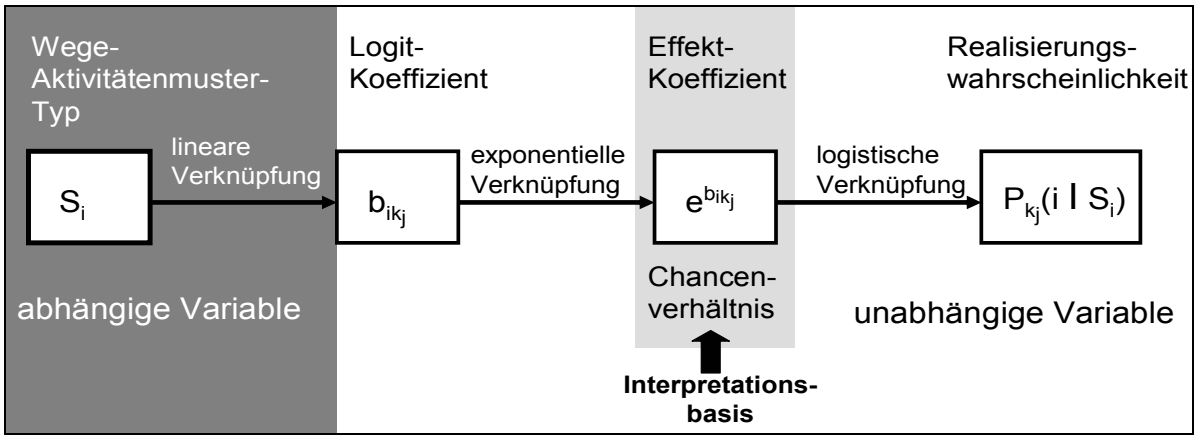


Abbildung 7-22: Verknüpfungen der Modellgrößen der Logit Analyse [modifiziert nach Backhaus et al. 2003]

- Effekt-Koeffizienten

  Infolge des komplexen logistischen Zusammenhangs ist es schwierig, die Wirkungsstärke der Logit-Koeffizienten b_{ik_j} (i=1,...,I-1) direkt abzuleiten. Zum modellimmanenten Vergleich der Effekte von Merkmalsausprägungen k_j der Erklärungsgrößen k bietet sich die Berechnung des Effekt-Koeffizienten $\exp(b_{ik_j})$ - auch „odd ratio" („Chancenverhältnis") - genannt an. Die Ermittlung ist einfach: Der Effekt-Koeffizient entspricht gerade dem entlogarithmierten Logit-Koeffizienten b_{ik_j} [Urban 1993, Andreß et al. 1997, Backhaus et al. 2003].

  Gleichung 7-6: $oddratio = e^{b_{ik_j}}$

  - Bei metrischen Größen besagt diese Größe, um welchen Betrag sich die Zuordnungswahrscheinlichkeit $P_{kj}(i|S_i)$ zu irgendeiner Alternativkategorie ($i \neq I$) im Vergleich zur Referenzkategorie I verändert, wenn sich der Betrag des Merkmalswertes k_j um eine empirische Einheit erhöht [Urban 1993, Andreß et al. 1997].
  - Neben der metrischen Erklärungsgröße Alter enthält das multinominale Logit-Modell kategoriale Prädiktoren (ÖPNV-Zeitkartenbesitz, Führerscheinbesitz und Geschlecht) mit zwei Ausprägungen. Die Zugrundelegung einer (0,1) Kodierung erlaubt dichotome Variablen analog zu metrischen bei Interpretation der Effekt-Koeffizienten behandeln [Andreß et al. 1997].
  - Handelt es sich um eine kategoriale unabhängige Variable mit mehr als drei Merkmalswerten J (hier: Erwerbsstatus mit vier Ausprägungen), entfällt die vorher erläuterte Möglichkeit einer inhaltlichen Deutung des Effekt-Koeffizienten. Zur Problembehandlung besteht die Erfordernis der Bildung von Kodiervariablen[27] („Designvariablen"). Bei der Interpretation der Effektkoeffizienten ist zu beachten, dass die entsprechenden Abweichungen der Alternativkategorien j (j = 1...,J-1) immer gegenüber dieser Referenzkategorie J der Erklärungsgröße betrachtet werden müssen [Andreß et al. 1997].

[27] Die verwendete Software SPSS sieht für die Bildung von Kodiervariablen lediglich die Verwendung der Dummy Kodierung vor. Das heißt: Bei einer Merkmalsausprägung beträgt der Wert eins, während bei den restlichen der Wert null ist. Sind J Werte des nominalskalierten unabhängigen Merkmals vorhanden, so werden nur J-1 Designvariablen erzeugt. Daraus folgt, dass es eine Merkmalsausprägung - die Referenzkategorie J - gibt, bei der sämtliche Designvariablen der Dummykodierung den Wert null haben.

Die Grundlage zur Analyse der Modelleffekte bilden nicht die Logit-Koeffizienten, sondern die Effekt-Koeffizienten (vgl. Abbildung 7-22), wobei der Beurteilung folgendes Vorgehen zugrunde liegt:

- Falls sich ein Signifikanzniveau α der Logit-Koeffizienten b_{ik_j} auf Basis des Wald-Tests von größer 0,1 einstellt, verbleibt lediglich eine qualitative Untersuchung der Wirkungsrichtung im Sinne einer tendenziellen Abschätzung. Wechselt das Vorzeichen der geschätzten Effekt-Koeffizienten innerhalb des Konfidenzintervalls, so sind die Aussagen hinsichtlich der Wirkungsrichtung mit einem großen Unsicherheitsfaktor behaftet. Dies wird im Text gesondert vermerkt (grau unterlegt).
- Nur dann, wenn die Logit-Koeffizienten b_{ik_j} mindestens ein Signifikanzniveau α von 0,1 erreichen, werden jene im Nachfolgenden einer quantitativen Analyse unterzogen. Das heißt: Es wird die Stärke der Effekt-Koeffizienten (exp b_{ik_j}) betrachtet.

Anhang G-III dokumentiert die Logit-Koeffizienten b_{ik_j} und Effekt-Koeffizienten $\exp(b_{ik_j})$. Weiter gehen daraus Standardfehler, Werte der Wald-Statistik und Irrtumswahrscheinlichkeit α hervor, die zur Beurteilung der Signifikanz dienen.

7.5.3.5 Darstellung der Modelleffekte

Der nachstehende Abschnitt befasst sich mit den qualitativen und quantitativen Wirkungen der Ausprägungen identifizierter Erklärungsgrößen k Alter, Geschlecht, ÖPNV-Zeitkartenbesitz, Führerscheinbesitz und Erwerbsstatus.

- Die Gegenüberstellung jedes Wege-Aktivitätenmuster-Typs S_i mit jedem anderen zeigt, zu jeweils wessen Gunsten bzw. Ungunsten sich die Realisierungswahrscheinlichkeit $P_{k_j}(i|S_i)$ in Abhängigkeit der Merkmalswerte k_i der Erklärungsgrößen k verändert (vgl. Anhang H-IV).
- Daraus ableitbar ist eine qualitative Hierarchie der Ausübungschance der Cluster S_i (vgl. Tabelle 7-8).

- Alterseffekt

Modelleffekte der metrischen Variablen Alter äußern sich folgendermaßen:

- Mit zunehmendem Alter steigt die Realisierungswahrscheinlichkeit von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_1 gegenüber allen anderen Clustern $S_i \setminus S_1$ an, so dass S_1 an Position 1 der Hierarchie steht. Ein Anstieg der Zuordnungswahrscheinlichkeit von Cluster S_1 gegenüber Cluster S_6 pro Lebensjahr um das 1,0376-fache und Cluster S_7 um das 1,0754-fache erweisen sich als signifikante Zusammenhänge.
- Die an den nächsten Stellen der Affinitätsrangfolge angeordneten Cluster S_i in Abhängigkeit einer Alterszunahme zeigt Tabelle 7-8.
- Beim Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 sinkt dagegen die Realisierungschance mit einem Anstieg des Alters im Vergleich zu allen anderen Partitionen. Signifikante Befunde zeichnen bei fast allen Gegenüberstellungen zu anderen Typen S_i mit einer Ausnahme - Cluster S_6 - ab: Mit zunehmenden Alter steigt pro Lebensjahr die Wahrscheinlichkeit der Realisierung von jenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen im Vergleich zu Typ S_7: Die vergleichsweise stärkste Affinität ergibt sich zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_1 mit einer Erhöhung der Realisierungswahrscheinlichkeit um den Faktor 1,0754, an zweiter Stelle folgt Typ S_4 (Faktor 1,0703), den

dritten Rang nimmt Typ S_5 (Faktor 1,0653), an vierter Position steht Typ S_3 (Faktor 1,0592) und das untere Ende der Rangfolge mit der geringsten Zunahme bildet Typ S_2 (Faktor 1,0562).

Tabelle 7-8: Zuordnungshierarchie der Wege-Aktivitätenmuster-Typen in Abhängigkeit der Alternativkategorie identifizierter Erklärungsgrößen

Erklärungsgröße k	**Referenzkategorie der Erklärungsgröße**	**Alternativkategorie k_i der Erklärungsgröße**	**Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i**						
			Rang der Präferenz						
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Alter		Zunahme	S_1	S_4	S_5	S_3	S_2	S_6	S_7
Geschlecht	Frau	Mann	S_2	S_6	S_3	S_5	S_7	S_4	S_1
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	nicht vorhanden	vorhanden	S_3	S_5	S_6	S_7	S_4	S_1	S_2
Fahrerlaubnis	nicht vorhanden	vorhanden	S_3	S_5	S_2	S_4	S_1	S_6	S_7
Erwerbsstatus	HAR	vollberufstätig	S_2	S_3	S_6	S_4	S_5	S_7	S_1
		teilweise berufstätig	S_6	S_4	S_3	S_5	S_2	S_7	S_1
		in Ausbildung	S_7	S_3	S_4	S_5	S_2	S_6	S_1
	in Ausbildung	vollberufstätig	S_2	S_6	S_3	S_4	S_5	S_1	S_7
		teilweise berufstätig	S_6	S_4	S_5	S_2	S_1	S_3	S_7
	teilweise berufstätig	vollberufstätig	S_2	S_3	S_7	S_6	S_1	S_4	S_5

- Effekt Geschlecht

Geschlechterspezifische Chancenverhältnisse der Realisierung von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i (Alternativkategorie: Mann) zeigt die hierarchische Anordnung in Tabelle 7-8:

- Die Chance, dass Männer gegenüber Frauen bei allen Vergleichskonstellationen mit Cluster S_2 eher zu jenem tendieren, liegt grundsätzlich höher. Signifikante Effekte treten bei folgenden Gegenüberstellungen auf: Männer neigen eindeutig zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_2 versus Cluster S_1 (Faktor 2,57), versus Cluster S_4 (Faktor 2,22) sowie versus Typ S_7 (Faktor 2,00).
- An den nächsten Positionen der Hierarchie angeordnete Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i stellt Tabelle 7-8 dar.
- Auf dem zweitletzten Rang steht Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_4. Für Männer zeichnet sich eine geringere Affinität ab, falls die Cluster S_4 zu S_3 (Faktor 1/1,61) und S_4 zu S_6 (Faktor 1/2,15) gegenübergestellt werden.
- An letzter Stelle ist Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_1 positioniert, das heißt: Für Männer ist die Wahrscheinlichkeit dessen Realisierung im Vergleich zu allen anderen Clustern S_i niedriger. Erwähnenswerte signifikante Effekte mit geringerer Realisierungschance von Cluster S_1 sind: der Faktor 1/1,67 gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5, der Faktor 1/1,86 gegenüber Cluster S_3 und der Faktor 2,4 gegenüber Cluster S_6.

- Effekt ÖPNV-Zeitkartenbesitz

Welches Cluster S_i bei Besitz einer ÖPNV-Zeitkarte mit größerer Wahrscheinlichkeit präferiert wird, gibt nachstehende Hierarchie wieder:

- Die Chance, Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_3 auszuüben, begünstigt bei allen Vergleichsfällen der ÖPNV-Zeitkartenbesitz. Dessen Vorhandensein führt gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_2 zu einer 2,95-fachen, zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_4 zu einer 2,65-fachen, zu

Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 zu einer 1,79-fachen und zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_1 zu einer 2,41-fachen Realisierungschance von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_3.

- Über die Rangfolge derjenigen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i an den nächsten Positionen gibt Tabelle 7-8 Auskunft.
- Hingegen folgt eine niedrigere Realisierungswahrscheinlichkeit bei Verfügbarkeit einer ÖPNV-Zeitkarte in allen Vergleichskonstellationen zum Vorteil von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_2, der an letzter Stelle der Hierarchie angeordnet ist.

Hier bleibt unklar, warum Cluster S_7 nicht an erster Stelle der Zuordnungsrangfolge steht. Dessen verkehrsmittelspezifische Charakteristik extrem hoher wege- und zeitbezogener ÖV-Anteile müsste eigentlich zum ÖPNV-Zeitkartenbesitz die stärksten Beziehungen aufweisen.

- Effekt Fahrerlaubnis

Wie sich eine vorhandene Pkw-Fahrerlaubnis auf die Realisierungschance der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auswirkt, geht aus der nachstehenden Zuordnungsrangfolge hervor:

- Die Realisierungswahrscheinlichkeit von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_3 ist bei Führerscheinbesitz gegenüber allen anderen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i höher. Diese steigt um das 5,7-fache zu Cluster S_5, um das 2,4-fache zu Cluster S_1 und um das 4,67-fache zu Cluster S_7.
- Die an den weiteren Positionen folgenden Cluster S_i stellt Tabelle 7-8 dar.
- Ist ein Pkw-Führerschein vorhanden, sinkt die Realisierungswahrscheinlichkeit von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_6, an zweitletzter Position der Hierarchie stehend, in fast allen Gegenüberstellungen außer zu Cluster S_7. Signifikante Zusammenhänge sind dabei folgende: zu Cluster S_1 um den Faktor 1/2,4, zu Cluster S_2 um den Faktor 1/4,0, zu Cluster S_4 um den Faktor 1/3,52 sowie zu Cluster S_5 um den Faktor 1/5,36.
- Die Chance der Ausübung von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 an letzter Stelle der Hierarchie fällt bei Vorhandensein einer Fahrerlaubnis im Vergleich zu den anderen Typen ausnahmslos niedriger aus. Signifikante Effekte treten zu Cluster S_1 (Faktor 1/1,96), zu Cluster S_2 (Faktor 1/3,26), zu Cluster S_4 (Faktor 1/2,87) und zu Cluster S_5 (Faktor 1/4,36) auf.

- Effekt Berufstätigkeit

Weiterhin beeinflussen die Merkmalsausprägungen des Erwerbsstatus die Realisierungswahrscheinlichkeit $P_{k_j}(i|S_i)$ der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i. Die entsprechenden Chancenverhältnisse dokumentiert Anhang H-IV.

- Im Gegensatz zu allen anderen Erwerbsstati tendieren Hausfrauen,… (HAR) ausnahmslos mit höherer Wahrscheinlichkeit bei allen Vergleichskonstellationen zu Cluster S_1. Dies untermauern - beispielhaft genannt - folgende signifikanten Zusammenhänge in Bezug auf die Kategorie Hausfrau,…(HAR):
  - In der Gegenüberstellung zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_2 fällt die Realisierungswahrscheinlichkeit im Vergleich zu Teilzeitbeschäftigten um das 18,1-fache und zu Vollerwerbstätigen um das 995,8-fache höher aus.
  - Im Vergleich zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_3 steigt die Ausübungschance zu teilweise Berufstätigen um den Faktor 31,0, zu Schülern um den Faktor 32,8 und zu Vollerwerbstätigen um den Faktor 471,0.

- Versus Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_4 steigt die Zuordnungswahrscheinlichkeit gegenüber Vollberufstätigen um das 75,1-fache, Teilzeiterwerbstätigen um das 77,1-fache und Personen in Ausbildung um das 11,3-fache.
- Im Kontrast zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5 ergeben sich folgende Faktoren einer bevorzugten Ausübung: im Vergleich zu Vollberufstätigen um das 22,9-fache, zu teilweise Berufstätigen um das 26,5-fache und zu Personen in Ausbildung um das 11,2-fache
- Bei der Gegenüberstellung zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_6 im Vergleich zu Vollberufstätigen erhöht sich die Realisierungschance um den Faktor 98,9 und zu teilweise Berufstätigen um den Faktor 86,4.
- Gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 ergibt sich eine höhere Chance in den beiden Vergleichsfällen versus Vollberufstätigen (Faktor 9,0) sowie versus Personen in Ausbildung (Faktor 82,7).

- Eine sehr starke Affinität zu Cluster S_2 in sämtlichen Vergleichsfällen mit jenem ist bei Vollzeiterwerbstätigen gegenüber den anderen Kategorien des Erwerbsstatus erkennbar. Erwähnenswerte signifikante Zusammenhänge, die bislang noch nicht aufgeführt sind, einer durchweg höheren Realisierungschance bei Vollerwerbstätigkeit von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_2 sind:
  - dass sich im Vergleich zu Cluster S_3 gegenüber Teilzeitbeschäftigten (Faktor 3,6) und Personen in Ausbildung (Faktor 8,0) entsprechende Verhältnisse abzeichnen.
  - dass versus Cluster S_4 im Vergleich zu Teilzeitbeschäftigten (Faktor 56,5), Personen in Ausbildung (Faktor 17,4) und Hausfrauen,..(HAR) (Faktor 13,3) eine merklich bessere Chance besteht.
  - dass im Vergleich zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5 die Realisierungsquote durchweg im Kontrast zu allen anderen Kategorien des Erwerbstatus um ein vielfaches höher ist: zu teilweise Berufstätigen um das 63,7-fache, zu Personen in Ausbildung um das 56,7-fache und zu Hausfrauen, ..(HAR) um das 43,6-fache.
  - dass gegenüber Cluster S_6 das Chancenverhältnis der Ausübung zugunsten von Wege-Aktivitätenmuster-Typ 2 gegenüber Teilzeitbeschäftigten (Faktor 48,1) beträgt.
  - dass versus Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 die Ausübungschance gegenüber Teilzeitbeschäftigten um das 13,28-fache, Personen in Ausbildung um das 1065-fache und Hausfrauen, .. (HAR) um das 111,2-fache höher ist.

- Ähnliche Zusammenhangsstrukturen einer starken Realisierungsaffinität von Vollzeiterwerbstätigen - jedoch in schwächerer Intensität - treffen auf Cluster S_3 zu (Ausnahme: Cluster S_2 zu Cluster S_3), die sich in nachstehenden signifikanten Beziehungen widerspiegeln. Dabei steigt für Vollzeitberufstätige die Realisierungschance von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_3
  - gegenüber Cluster S_4 im Kontrast zu Teilzeitbeschäftigten um das 15,6-fache und zu Hausfrauen, ..(HAR) um das 6,3-fache
  - in der Gegenüberstellung zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5 mit folgendem Chancenverhältnissen der Bevorzugung: um das 17,5-fache zu Teilzeitbeschäftigten, um das 7,1-fache zu Personen in Ausbildung und um das 20,6-fache zu Hausfrauen, ..(HAR).
  - im Vergleich zu Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_6 um den Faktor 13,3 gegenüber den Teilzeitberufstätigen.
  - in der Wahlsituation mit Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 gegenüber Personen in Ausbildung um den Faktor 132,7 und Hausfrauen,…(HAR) um den Faktor 52,6.

- Teilzeitbeschäftigte favorisieren Cluster S_4 mit höherer Wahrscheinlichkeit gegenüber den anderen Erwerbsstatuskategorien bei allen Wahlsituationen, wobei exemplarisch folgende signifikanten Zusammenhänge anzuführen sind:
  - Steht als weitere Alternative Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_5 zur Wahl, steigt die Ausübungschance im Kontrast zu Personen in Ausbildung und zu Hausfrauen, …(HAR) um jeweils den Faktor 2,9.
  - Gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 erhöht sich die Zuordnungschance im Vergleich zu Personen in Ausbildung um das 260,4-fache und zu Hausfrauen, ..(HAR) um das 35,7-fache.

- Teilzeitbeschäftigte bevorzugen Cluster S_5 bei nahezu allen Vergleichskonstellationen der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i mit jenem Typ. Signifikante Zusammenhänge sind zum Beispiel,
  - dass entgegen Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_6 die Chance im Vergleich zu Schülern um das 5,7-fache steigt.
  - dass gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 die Ausübungswahrscheinlichkeit im Vergleich zu Schülern 90,2 mal und zu Hausfrauen 12,3 mal so hoch ist.

- Im Vergleich der Erwerbsstati ergibt sich für erwerbsgebundene Personen tendenziell eine stärke Affinität zugunsten von Cluster S_6, wie aus einigen genannten signifikanten Vergleichskonstellationen (zu S_1, zu S_5,) hervorgeht. Zu ergänzen ist jene,
  - dass sich gegenüber Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 für Teilzeitbeschäftigte die Chance versus Personen in Ausbildung um das 513-fache und Hausfrauen,..(HAR) um das 40,0-fache erhöht und für Vollberufstätige die Chance versus Personen in Ausbildung um das 141,8-fache und Hausfrauen, ..(HAR) um das 11-fache steigt.

- Für Personen, die eine Ausbildung absolvieren, zeichnet sich eine sehr hohe Realisierungsquote von Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_7 ab, da in allen potenziellen Auswahlsituationen jener mit hoher Wahrscheinlichkeit gegenüber den weiteren Berufstätigkeitskategorien favorisiert wird. Diese eindeutige Affinität belegen viele bereits genannte signifikante Zusammenhänge.

7.5.4 Einordnung der identifizierten Determinanten der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie in den wissenschaftlichen Kontext

Ausgehend von den identifizierten Prädiktoren k (vgl. Tabelle 7-5) der durchgeführten empirischen Analyse zur Erklärung von Zusammenhangsstrukturen lässt sich trotz eines unterschiedlichen Betrachtungszeitabschnittes - statt eines Werktages nun die ganze Woche - eine weitgehende Übereinstimmung mit denjenigen Befunden einschlägiger musterorientierter Publikationen konstatieren (vgl. Tabelle 3.4). Folgende Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten im Vergleich zu den zitierten Studien sind erkennbar:

- Weiterhin dominieren die personenbezogenen Variablen k, während für haushaltsbezogene und raumbeschreibende Merkmale im Gegensatz zu *Kutter* [1972] (Variable „Vorhandensein von Kindern im Haushalt“), *Pas* [1984] (Variable „Wohndichte“) und *Recker* [1985] (Variable „Siedlungstyp Wohnstandort“) kein Nachweis von Einflüssen gelingt.

- Der substanzielle Effekt der Bestimmungsgröße Erwerbsstatus stimmt mit den Ergebnissen der Vorgängeruntersuchungen überein [vgl. u. a. Schmiedel 1984, Pas 1980, Recker et al 1980]. Trotz teilweise fehlendem induktiven Nachweis zählt die Berufstätigkeit bei diesen Forschungsbeiträgen als einziges Merkmal durchgängig zu den vorab definierten Erklärungsgrößen bzw. fungiert als Trenngröße zur a-priori Segmentierung so genannter verhaltenshomogener Personenkategorien.
- Die Gültigkeit des Rollenkonzeptes, das den aufgeführten anderen Studien oft zugrunde liegt, um theoriegeleitet Personenkategorien vorab zu definieren, bestätigt sich als Erklärungshintergrund. Die identifizierten Trennvariablen k Geschlecht und Berufstätigkeit stehen im Einklang mit jenem Konstrukt.
- Das Spektrum üblicherweise wirksamer Erklärungsgrößen k ergänzt die Lebenszyklusvariable Alter.
- Prädiktoren k, die mit dem Erklärungshintergrund des Lebensstils zusammenhängen (z. B. Ausbildungsniveau), bleiben in der induktiven Analyse bedeutungslos oder fehlen im Datenmaterial, so dass kein Nachweis möglich ist.
- Neu in den Vordergrund als Erklärungsgröße k gegenüber den bisherigen empirischen Analysen rückt das erste Mal der ÖPNV-Zeitkartenbesitz.
- Während das Pendant zur Variablen ÖPNV-Zeitkartenbesitz der Prädiktor Pkw-Verfügbarkeit, der häufig in einschlägigen Untersuchungen zu den Determinanten k zählt, sich aus nicht nachvollziehbaren Gründen als nicht diskriminierend erweist, kommt stattdessen dem Merkmal Führerscheinbesitz eine Trennwirkung zu.

Exkurs III: Identifikation signifikanter Trennmerkmale für Wege-Aktivitätenmuster-Typologien unterschiedlicher Makrozeitabschnitte

Welche Merkmale k der Person, des Haushaltes usw. zur Erklärung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien beitragen, sofern der betrachtete Makozeitabschnitt als veränderbare Größe behandelt wird, zeigt Tabelle 7-9 im Überblick. Vorgehensweise sowie Randbedingungen (Datenbasis, Aufwandswerte usw.) bleiben bei der Anwendung des musterorientierten Multimethodenansatzes unverändert. Ohne eine tiefergehende Analyse (Beschreibung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologien, Ermittlung der Modelleffekte usw.) vorzunehmen, beschränkt sich die Untersuchung ausschließlich auf die Identifikation signifikanter Trennmerkmale k der maßgebenden Clusterlösung mit Hilfe des LR-Tests. Obwohl sich die Clusterzahl I der erstellten Typologien lediglich auf einen Korridor von fünf bis zehn beschränkt (vgl. Tabelle 7-9), bleibt dennoch ungeklärt, inwieweit deren abweichender Auflösungsgrad möglicherweise zu anderen relevanten Erklärungsgrößen k führt. Demzufolge gelingt durch den Vergleich lediglich eine grobe Orientierung über die Wirksamkeit unterschiedlicher Erklärungsgrößen k in Abhängigkeit unterschiedlicher Makrozeitabschnitte im Wochenverlauf.

Tabelle 7-9: identifizierte Erklärungsgrößen von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien in Abhängigkeit des Untersuchungszeitraumes

Erklärungsgröße / Untersuchungszeitabschnitt	Geschlecht	Alter	Berufstätigkeit	Schulabschluss	Führerscheinbesitz	Zeitkarte ÖPNV	Pkw-Verfügbarkeit	Haushaltstyp	Raumtyp	Clusteranzahl der maßgebenden Lösung
Woche	+++	+	+++	-	+++	++	-	-	-	7
Montag bis Freitag	++	-	+++	-	-	+++	++	+	-	10
Samstag bis Sonntag	+++	+++	+++	-	-	-	-	-	+	6
Mittwoch	+++	++	+++	-	-	+++	+++	-	-	7
Freitag	-	+++	+++	-	+++	-	-	-	-	7
Samstag	++	++	+++	-	-	-	-	-	-	7
Sonntag	+++	+++	+++	++	-	-	-	-	-	5

Signifikanzniveau auf:		
auf Basis des LR-Tests	-	> 0,1 nicht signifikant
	+	0,05 – 0,1 schwach signifikant
	++	0,05 – 0,01 signifikant
	+++	<0,01 hoch signifikant

Aus Tabelle 7-9 geht hervor: Je nach Abgrenzung des Untersuchungszeitraumes verändert sich die Zusammensetzung der als signifikant identifizierten Erklärungsgrößen k geringfügig. Auffallend ist

- dass unabhängig von der Einteilung des Makrozeitabschnittes das Merkmal Berufstätigkeit durchweg Trennwirkung auf hochsignifikantem Niveau signalisiert,
- dass Gleiches etwas abgeschwächt für die Variablen Alter und Geschlecht bei nahezu allen Untersuchungszeiträumen gilt,
- dass von verkehrsrelevanten Ausstattungsvariablen (Besitz ÖPNV-Zeitkarte, Pkw-Verfügbarkeit usw.) eher an Werktagen signifikante bis hochsignifikante Einflüsse ausgehen und
- dass die Erklärungsgröße Haushaltstyp nur eine schwach signifikante Wirkung für den Zeitblock Werktage indiziert, während die Variable Raumtyp einen schwach signifikanten Effekt lediglich am Wochenende zeigt.

Das heißt: Ein wesentlicher Bruch in Bezug auf die Erklärbarkeit der Variabilität des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zwischen den unterschiedlichen Zeitblöcken - insbesondere der Werktage und der Wochenendtage - tritt nicht auf. In erster Linie abhängig davon, ob eine Person berufstätig, in Ausbildung ist oder zu den Nichterwerbspersonen der Hausfrauen, Rentner usw. zählt, existieren unterschiedliche Affinitäten zu Clustern S_i sowohl an Werktagen als auch am Wochenende. Dies lässt schließen, dass bei den Erwerbstätigen das werktägliche Berufsleben bis ins Wochenende hineinwirkt, da vermutlich *einerseits* an den Wochenendtagen angesichts

knapper freier Zeitressourcen unter der Woche Einkaufs- und Freizeitaktivitäten überproportional realisiert werden andererseits zum Teil auch am Wochenende gearbeitet wird.

7.6 Diskussion und Fazit

a) Erstellung einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie auf Wochenbasis

- Kenngrößen der internen Homogenität und externen Abgrenzung der Cluster

Ob bei der vorliegenden Wege-Aktivitätenmuster-Typologie für unterschiedliche Beschreibungsgrößen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens die Vorgaben der internen Homogenität und der externen Abgrenzung erfüllt sind, fasst Tabelle 7-10 zusammen.

Tabelle 7-10: Einhaltung der Gütekriterien der Typologie

Parameter zur Beschreibung der erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie	Messgröße	Gütekriterien der Typologie	
		interne Homogenität der Typen	externe Abgrenzung der Typen
Sequenzabstände	Anteil Binnenclustervarianz an Gesamtvarianz	☑	
	Anteil Zwischenclustervarianz an Gesamtvarianz		☑
Zustandsverteilung Wege-Aktivitätsprofile	Entropie-Index	☑	
Zustandsverteilung Außer-Haus-Anteil	Entropie-Index	☑	
Zustandsverteilung wegebezogene Verkehrsmittelnutzung	Entropie-Index	☑	
Ortsveränderungszahl	Anteil Binnenclustervarianz an Gesamtvarianz	☒	
	Anteil Zwischenclustervarianz an Gesamtvarianz		☒
Reiseweite	Anteil Binnenclustervarianz an Gesamtvarianz	☒	
	Anteil Zwischenclustervarianz an Gesamtvarianz		☒
Legende:	☑ Kriterium erfüllt ☒ Kriterium nicht erfüllt		

Daraus ist ersichtlich: Diesen Anforderungen genügen die ursächlich zur Typologiebildung beitragenden Kenngrößen, so dass die erstellte Wege-Aktivitätenmuster-Typologie eine entsprechende Güte aufweist. Darüber hinausgehend wird durch die Typologiebildung zum Teil auch eine größere Intraclusterhomogenität bei Kenngrößen des Verkehrsverhaltens erreicht, ohne dass jene als Abgrenzungskriterien fungieren

- inhaltliche Interpretierbarkeit der Typen

Auf den ersten Blick gelingt eine Unterscheidung inhaltlich interpretierbarer Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i: Das Fokussieren auf jene Außer-Haus-Aktivität mit dem größten zeitlichen Umfang, die als sogenannte Hauptaktivität das Grundgerüst des alltäglichen Aktivitäten-(Verkehrs-) verhaltens repräsentiert, reicht bereits für deren eindeutige Unterscheidung aus, ohne weitere Tätigkeiten A bzw. Ortsveränderungen W zu betrachten. Dass sich die erstellten Cluster S relativ einfach eindeitig charakterisieren lassen, illustiert Abbildung 7-23. Besonders fällt auf: Anhand derjenigen Cluster S_i mit tagesablaufbestimmender Tätigkeit Arbeiten/dienstlich lassen sich verschiedene Arbeitszeitformen im Sinne deregulierter gesellschaftlicher Zeitstrukturen nachweisen.

Weitere typische Charakteristika der Cluster S_i, welche die Tag zu Tag Variabilität im Wochenverlauf und die Verkehrsverhaltensweisen betreffen, zeigt Tabelle 7-12.

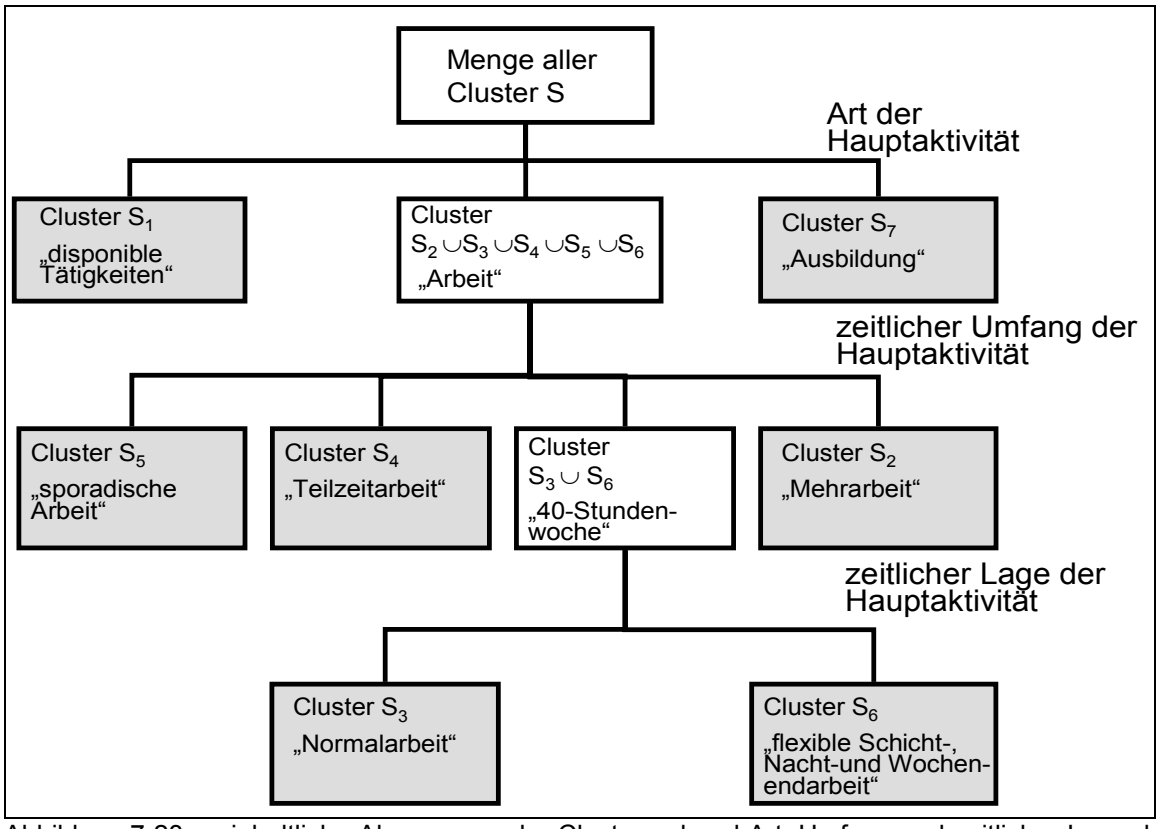

Menge aller Cluster S
Art der Hauptaktivität
Cluster S_1 „disponible Tätigkeiten“
Cluster $S_2 \cup S_3 \cup S_4 \cup S_5 \cup S_6$ „Arbeit“
Cluster S_7 „Ausbildung“
zeitlicher Umfang der Hauptaktivität
Cluster S_5 „sporadische Arbeit“
Cluster S_4 „Teilzeitarbeit“
Cluster $S_3 \cup S_6$ „40-Stunden-woche“
Cluster S_2 „Mehrarbeit“
zeitlicher Lage der Hauptaktivität
Cluster S_3 „Normalarbeit“
Cluster S_6 „flexible Schicht-, Nacht-und Wochen-endarbeit“

Abbildung 7-23: inhaltliche Abgrenzung der Cluster anhand Art, Umfang und zeitlicher Lage der Hauptaktivität

- Beurteilung der Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik

Das Ergebnis einer augenscheinlichen Abschätzung anhand des Fallbeispiels, ob und inwieweit die Abbildung der Komplexität der Wege-Aktivitätenmuster durch das Distanzmaß der Optimal Matching Technik gelingt, fasst Tabelle 7-11 zusammen.

Tabelle 7-11: Einschätzung der Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik anhand des Fallbeispiels

Kriterium			
Position (Lage)	**Zustandselement-komposition**	**strukturelles Skelett**	**Positionsdifferenz**
☑	☑	⊡	☒
Legende: ☑ berücksichtigt ⊡ ungewiss ☒ nicht berücksichtigt			

- *Erstens* ist von vornherein klar, dass die Positionsdifferenz gemeinsamer Zustände $\mathbf{z}^{g}$ im Distanzmaß D(s,š) unberücksichtigt bleibt: Der verwendetete Algorithmus der Optimal Matching vermag deren Repositionierungsabstand nicht abbilden.
- *Zweitens* lassen sich anhand der erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie keine clustertypischen Abfolgen von Zuständen **z** („strukturelles Skelett“) identifizieren. Mögliche Gründe, die mit der zu geringen Fallzahl zusammenhängen, sind u. a.: der unzureichende Auflösungsgrad der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie, die strukturelle Grundähnlichkeit von Tagesabläufen einhergehend mit einer großen Schiefe der Häufigkeitsverteilung von Weg-Aktivitätsketten usw.
- *Drittens* deutet die klare Abgrenzung der arbeitsbezogenen Cluster in Abhängigkeit des Gesamtzeitbudgets für Arbeiten / dienstlich auf eine entsprechende Qualität der Typologie hinsichtlich der Beachtung der Zustandselementkomposition.
- *Viertens* indiziert die Identifikation zweier Cluster S_3 und S_6 mit nahezu identischem zeitlichen Umfang aber völlig unterschiedlichen zeitlichen Lagen der Hauptaktivität Arbeiten / dienstlich, dass die Position berücksichtigt wird.

b) Zusammenhangstrukturen zwischen Kontextbedingungen der Umwelt bzw. Personencharakteristika und Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen

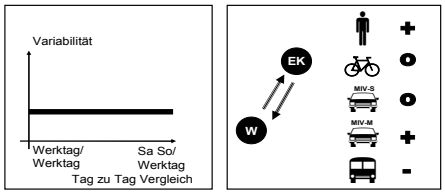
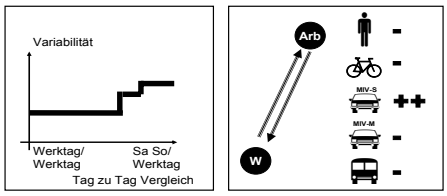
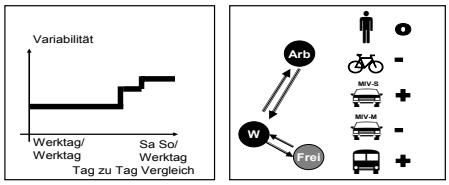
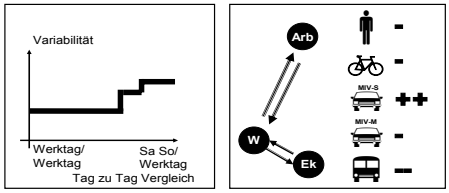
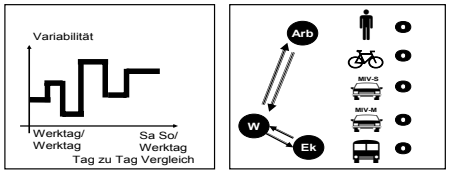
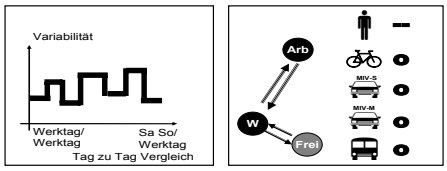
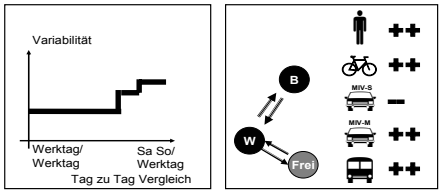
Zur Klärung der Frage, warum bestimmte Determinanten k eine starke Trennwirkung ausüben und wie die unterschiedlichen Effekte k_j zu interpretieren sind, ist zu überprüfen, welche inhaltlichen Zusammenhänge zur gebildeten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie bzw. deren Typen S_i bestehen, die teilweise trivial anmuten:

- Dass gerade der Erwerbsstatus eine überragende Erklärungskraft aufweist, wird dabei klar ersichtlich: Die Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i reflektieren am Erwerbs- bzw. Nicht-Erwerbsleben ausgerichtete individuelle Tages- und Wochenverläufe. Dies hängt auch mit der Definition des Zustandsraumes $Z(\mathbf{a}^{x})$ der Aktivitäten A zusammen: Die Ausprägungen des Aktivitätstyps a^{Typ} zur Charakterisierung der Zustände **z** im Analysefall orientieren sich stark an der Arbeitswelt und sind hinsichtlich Freizeit- und Versorgungsaktivitäten wenig ausdifferenziert [vgl. Volkmar 1984, Zimmermann et al. 2001].
- Trotz zum Teil geändertem Rollenverständnis spiegelt sich nach wie vor die geschlechterspezifische Aufgabenteilung häufigerer Teilzeitarbeit sowie geringerer Erwerbsquote von Frauen *einerseits* und *andererseits* die häufigere Vollerwerbstätigkeit und die höhere Erwerbsquote von Männern [vgl. Breckner et al. 2002] in unterschiedlichen Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i wider: Beispielweise neigen Frauen eher zum haushaltsorientierten Cluster S_1 und Männer eher zu Cluster S_2, das durch Mehrarbeit gekennzeichnet ist.

- Das Alter als weitere Determinante bestimmt, welche und in welchem zeitlichen Umfang obligatorische oder disponible Tätigkeiten zum Spektrum der Zeitverwendung zählen. Der Wegfall von Pflichtaktivitäten ist typisch für ältere Personen, was eine stärkere Affinität zum durch disponible Tätigkeiten geprägten Cluster S_1 erklärt [vgl. Tacken 2003]. Ausbildungstätigkeiten betreffen eher Jüngere, die daher sehr stark zum ausbildungsorientierten Cluster S_7 tendieren.
- Den Beitrag des Merkmals ÖPNV-Zeitkartenbesitz zur Trennung der Cluster begründet, dass für einige Wege-Aktivitätenmuster-Typen (Cluster S_7, Cluster S_3) hohe Zeitanteile der ÖV-Nutzung charakteristisch sind und für andere nicht (Cluster S_2).
- Die Erklärbarkeit des Separierungseffektes der Variable Führerscheinbesitz folgt aus folgendem sachlogischen Zusammenhang: Je nach Cluster S_i erreicht das MIV-Selbstfahren wiederum unterschiedliche Zeitanteile. Beispielsweise ist ein besonders hoher zeitlicher Umfang bei Cluster S_2 und ein sehr niedriger bei Cluster S_7 erkennbar.

Inwiefern bestimmte Merkmalswerte k_j identifizierter Erklärungsgrößen k entweder fördernd oder hemmend im Hinblick auf eine Zuordnung zu den einzelnen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i wirken, fasst Tabelle 7-12 auf qualitativer Aussageebene zusammen. Anhand der unterschiedlichen Chance der Ausübung eines bestimmten Wege-Aktivitätenmuster-Typus S_i als Funktion von erkannten Gegensatzpaaren bestimmter Konstellationen von Ausprägungssets $\mathbf{k_j}$ personenbezogener Merkmale k zeichnen sich sinnvolle Zusammenhänge ab.

Tabelle 7-12: Zuordnungsaffinität zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen auf Wochenbasis in Abhängigkeit von Merkmalswertesets der Person

	Kurzcharakterisierung Wege-Aktivtätenmuster-Typ	Merkmalswertesets mit hoher Zuordnungsaffinität	Merkmalswertesets mit niedriger Zuordnungsaffinität
Cluster S_1	***disponible Tätigkeiten*** 	- HAR - hohes Alter - Frau	- Vollzeiterwerbstätige - Teilzeiterwerbstätige - Schüler, Studierende - niedriges Alter - Mann
Cluster S_2	***Mehrarbeit*** 	- Vollzeiterwerbstätige - geringes Alter - Mann - Führerscheinbesitz - kein ÖV-Zeitkartenbesitz	- HAR - Schüler, Studierende - Teilzeiterwerbstätige - hohes Alter - Frau - kein Führerscheinbesitz - ÖV-Zeitkartenbesitz
Cluster S_3	***Normalarbeit*** 	- Vollzeiterwerbstätige - Mann - Führerscheinbesitz - ÖV-Zeitkartenbesitz	- HAR - Schüler, Studierende - Frau - kein Führerscheinbesitz - kein ÖV-Zeitkarten-besitz
Cluster S_4	***Teilzeitarbeit*** 	- Teilzeiterwerbstätige - Vollzeiterwerbstätige - hohes Alter - Frau	- HAR - Schüler, Studierende - niedriges Alter - Mann
Cluster S_5	***sporadische Arbeit*** 	- Teilzeiterwerbstätige - Vollzeiterwerbstätige - Führerscheinbesitz - ÖV-Zeitkartenbesitz	- HAR - Schüler, Studierende - kein Führerscheinbesitz - kein ÖV-Zeitkarten-besitz
Cluster S_6	***flexible Nacht-, Schicht- und Wochenendarbeit*** 	- Teilzeiterwerbstätige - Vollzeiterwerbstätige - geringes Alter - Mann - kein Führerscheinbesitz - ÖV-Zeitkartenbesitz	- HAR - Schüler, Studierende - hohes Alter - Frau - Führerscheinbesitz - kein ÖV-Zeitkarten-besitz
Cluster S_7	***Ausbildung*** 	- Personen in Ausbildung - geringes Alter - kein Führerscheinbesitz - ÖV-Zeitkartenbesitz	- Vollzeiterwerbstätige - Teilzeiterwerbstätige - HAR - hohes Alter - Führerscheinbesitz - kein ÖV-Zeitkarten-besitz

8 SCHLUSSFOLGERUNGEN

8.1 Untersuchungsansatz: Diskussion und Ausblick

Im Vorgriff auf die Erörterung von Grenzen und Möglichkeiten des konzipierten mehrstufigen Untersuchungsansatzes aus methodischer Sichtweise, befasst sich der nachstehende Abschnitt zunächst mit inhaltlichen Ergebnissen dessen exemplarischer Anwendung auf Daten des MOP, um die Leistungsfähigkeit des erarbeiteten musterorientierten Multimethodenansatzes unter Einschluss der Optimal Matching Technik aufzuzeigen. Daraus ableitbare Schlüsse bilden eine Argumentationsbasis für die im Vordergrund stehende Methodendiskussion.

8.1.1 Inhaltliche Aspekte

a) Erstellung einer Wege-Aktivitätenmuster-Typologie auf Wochenbasis

Das Ergebnis einer sinnvollen Wege-Aktivitätenmuster-Typologie ergab sich aus der Anwendung der Optimal Matching Technik und daran anschließend eines Fusionsalgorithmus (Ward-Verfahren) der Clusteranalyse (Abschnitt 7.4.2). Es lässt sich festhalten, dass diese die einzuhaltenden Kriterien der internen Homogenität und der externen Heterogenität der Cluster S_i erfüllt.

- *Erstens* indizieren die maßgebenden Kenngrößen (z. B. der Entropie-Index als Maß für die Heterogenität in den Wege-Aktivitätsprofilen) die Einhaltung dieser Anforderungen (vgl. Tabelle 7-10).
- Zweitens erweist sich die Typologie bereits auf dem „ersten Blick“ als inhaltlich stichhaltig. Dies belegen die klar erkennbaren Gegensätze zwischen den einzelnen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i, die sich in unterschiedlichen Aktivitätstypen, in unterschiedlichen Dauern und in unterschiedlichen zeitlichen Lagen von Aktivitäten A und Ortsveränderungen W äußern (Zustandselementkomposition und Lage). Nicht zum Ausdruck kommen unterschiedliche Abfolgen ansonsten identischer Handlungen Y (Abfolgeähnlichkeit). Je nachdem, welche Tätigkeit A in der Zeitverwendungsstruktur der einzelnen Cluster S_i überwiegt, sind unterschiedliche gesellschaftlich-institutionelle Zeitordnungen als maßgebende Zeitgeber (Arbeitszeiten, Schulzeiten usw.) relevant.
- *Drittens* gilt als Besonderheit der Fallstudie die longitudinale Betrachtungsweise auf Wochenbasis (vgl. Abschnitt 7.4.3.5). Aus der Analyse der intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität je Cluster S_i geht deren klare Abgrenzung anhand unterschiedlicher Rhythmen, Gleichförmigkeiten und Schwankungen des Raum-Zeit-Verhaltens hervor (Niveau der Variabilität und Abweichungen bzw. Ähnlichkeiten zwischen bestimmten Tagen).
- Kommen *viertens* die Kenngrößen des Verkehrsverhaltens als weitere Unterscheidungsmerkmale hinzu, so zeichnen sich zwischen den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i augenfällige clusterspezifische Charakteristika ab, obwohl diese - bis auf die Zeitverwendung für Orts-veränderungen W - nicht ursächlich zur statistischen Klassifizierung beitragen. Insbesondere hinsichtlich der wegebezogenen Verkehrsmittelnutzung, der Wegezahl und der Verkehrs-leistung bestehen Kontraste (vgl. Abbildung 7-16 und 7-17).

b) Zusammenhangstrukturen zwischen Personencharakteristika bzw. Kontextbedingungen der Umwelt und Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen

Die Überprüfung durch Anwendung des multinomialen Logit-Modells, welche Variablen k der Person, des Haushaltes usw. die Zuordnung zu den sieben erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i auf Wochenbasis erklären, zeigt:

- Die für diesen Zweck bewährten Variablen Alter, Geschlecht und mit herausragender Bedeutung der Erwerbstatus, die bereits aus den Befunden anderer Untersuchungen in der Vergangenheit hervorgehen, bleiben bewährte Variablen (vgl. Abschnitt 3.3.2, Tabelle 3-4). Dies indiziert aus einer retrospektiven Sichtweise eine substanzielle Eignung der genannten Prädiktoren k für Prognosezwecke des Raum-Zeit-Verhaltens, da offenkundig eine längerfristige zeitliche Stabilität jener Leitvariablen vorliegt. Weiter untermauern die identifizierten Determinanten k die nach wie vor gültige Relevanz des Erklärungshintergrundes der Rollentheorie, die anderen theoriegeleiteten Arbeiten aus dem Themenfeld häufig zur Vorauswahl potenzieller Erklärungsgrößen k zugrunde liegt.
- Als weitere maßgebende Trennvariablen der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie, die eher mit den Verkehrsverhalten - besonders der Verkehrsmittelnutzung - in Beziehung stehen, gelingt die Identifikation der Prädiktoren Führerschein- und ÖPNV-Zeitkartenbesitz, wobei letztere das erste Mal im Vergleich zu einschlägigen Forschungsbeiträgen als Determinante k betätigt werden konnte.
- Ohne Wirkung bleiben demnach die Kontextvariablen des Raumes und des Haushaltes.

Ferner folgt aus Exkurs III: Die Variablen Erwerbsstatus, Alter und Geschlecht erweisen sich im Großen und Ganzen als „Erklärungskonstanten“ unabhängig vom gewählten Makrozeitabschnitt der Analyse innerhalb der Woche.

Um Kausalzusammenhänge differenzierter herauszuarbeiten, bestand die Aufgabe zu klären, wie sich die Zuordnungswahrscheinlichkeiten zu den verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i als Funktion unterschiedlicher Merkmalswerte k_j identifizierter Trennvariablen k ändern. Obwohl sich die Aussagen nur zum Teil auf quantitativ beschreibbare d. h. signifikante Zusammenhänge stützen und demnach auch aussageschwächere qualitative Relationen hinzugezogen werden, steht das Gesamtbild der ermittelten Wirkungsrichtungen und Effektstärken der Logit-Analyse für eine adäquate Erklärbarkeit der Wege-Aktivititätenmuster-Typologie (vgl. Tabelle 7-12).

Da die Behandlung offener inhaltlicher Fragestellungen im Rahmen künftiger Untersuchungen in erster Linie vor dem Hintergrund methodischer Voraussetzungen (Datenquantität, -qualität usw.) zu sehen ist, wird die Forschungsperspektive zusammenfassend im folgenden Abschnitt behandelt.

8.1.2 Methodische Aspekte

Jedes empirische Vorgehen - besonders aber der vorliegende Untersuchungsansatz - sieht sich Randbedingungen, (Vorab-)Festlegungen usw. ausgesetzt, deren positive bzw. negative Aus-

wirkungen zu diskutieren sind. Zur Überprüfung, ob und inwieweit die ursprünglich gesteckten Ziele erreicht wurden (vgl. Kapitel 3 und 4), bilden die dort aufgestellten Kriterien und daraus abgeleitete Zielstellungen die Grundlage der Einordnung des vorliegenden Ansatzes in den Kontext musterorientierter Forschungsarbeiten (vgl. Abschnitt 3.4) sowie in den Zusammenhang von Publikationen zur Optimal Matching Technik (vgl. Abschnitt 4.5). Es ergeben sich Einschätzungen, die nachfolgend diskutiert und begründet werden und die in Tabelle 8-1 zusammenfassend dokumentiert sind. Die nachfolgende Synthese soll verdeutlichen,

- welcher Stand erreicht wurde,
- in welchen Aspekten durch die vorliegende Arbeit Erkenntnisfortschritte erzielt wurden,
- wo weiterhin Forschungs- bzw. Informationsbedarf existieren und
- welche Auswirkungen möglicherweise die derzeitigen, aber auch die zukünftigen Randbedingungen - insbesondere des Datenmaterials - auf das erzielte bzw. hypothetische Ergebnis der Anwendung des musterorientierten Multimethodenansatzes haben bzw. haben könnte.

a) Abbildungsbreite und –tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens

a 1.) Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungsbreite)
Außer der implizit vorhandenen zeitlichen Facette beschränkt sich die vorgenommene Datenanalyse ausschließlich auf eine Beachtung der inhaltlichen Facette ($M = \{a^{Typ}, w^{Vm}\}$) des Raum-Zeit-Verhaltens, ohne dessn Vielschichtigkeit umfassend zu berücksichtigen. Unbeachtet bleiben so Variablen y^x der sozialen und der räumlichen Facette. Gegenüber dem Abbildungsumfang anderer themenbezogener Untersuchungen (vgl. Tabelle 3-3 und Tabelle 4-5) zeigt sich: In der Nichtbeachtung der sozialen Facette existiert kein Unterschied, jedoch beziehen andere zitierte Beiträge [z. B. Recker et al. 1980] teilweise Merkmale y^x der räumlichen Facette ein.

a 2.) Länge und Lage des Makrozeitabschnittes (Abbildungsbreite)
Hingegen kommt hinsichtlich des zweiten Teilaspektes der Abbildungsbreite - die Länge des Betrachtungszeitraumes - eine wesentliche Stärke der Datenbasis des MOP zum Tragen. Erst die Verfügbarkeit von Longitudinaldaten auf Wochenbasis ermöglicht tiefergehende Einsichten in die Variabilität des Raum-Zeit-Verhaltens, wie bereits ausführlich diskutiert (vgl. Abschnitt 3.3.3.1). Dies geht über den Aussageumfang vorgestellter Forschungsbeiträge [u. a. Pas 1980, Schmiedel 1984 usw.], die lediglich Stichtagsbefragungen - in der Regel eines Normalwerktages - nutzen, hinaus.

a 3.) Detaillierung der Sequenzform der Wege-Aktivitätenmuster (Abbildungstiefe)
Die aus analysetechnischen Gründen (vgl. Abschnitt 6.2.1) gewählte Sequenzform der Intervallreihe mit kurzem Zeitraster (Δt = 10 min) ermöglicht eine relativ genaue Beschreibung des Raum-Zeit-Verhaltens, die nahezu an das Darstellungsniveau der Ereignisdauerreihe heranreicht. Das heißt: Sowohl die zeitliche Lage als auch die Dauer der Handlungen Y stimmen relativ gut mit der Datenwirklichkeit überein, was gegenüber vielen anderen zitierten Untersuchungen [z. B. Pas 1980, Schmiedel 1984] eine Steigerung an Realitätsnähe darstellt..

a 4.) Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens (Abbildungstiefe)
Gegenüber einigen einschlägigen Forschungsbeiträgen zeichnet sich beim Abstraktionsgrad der beschreibenden Merkmale der Zustände **z** des Aktivitäten-(Verkehrs)-verhaltens ein leichter Zugewinn an Detailliertheit ab. Nicht nur die verwendeten MOP setzen hier Grenzen. Weiter beschränkend wirken im Untersuchungsfall die Randbedingungen der inhaltlichen Ausrichtung der Optimal Matching Technik (vgl. Abschnitt 5.3.3)

Zusammenfassend ist festzuhalten: Als relativ grob lässt sich der Abbildungsumfang des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens der vorliegenden Untersuchung insgesamt einstufen. Dessen ungeachtet bewegen sich Abbildungsbreite und -tiefe im entsprechenden Rahmen thematisch verwandter Forschungsarbeiten.

Erweiterte Optionen der Datenanalyse, die mit tiefergehenden Einsichten in die Vielschichtigkeit und Differenziertheit des realisierten Raum-Zeit-Verhaltens verbunden sind, bietet zukünftig die KONTIV 2002. Im Einzelnen enthält dieser Datenfundus mit seiner großen Stichprobe folgende zusätzliche Angaben gegenüber der Vorgängeruntersuchung KONTIV 1989 [vgl. Smid et al. 2001] oder auch dem MOP [vgl. Chlond et al. 1995, 1996, 1997, 1998]:

- *erstens* die Erfassung von Begleitpersonen aus dem Haushalt bei Ortsveränderungen W (soziale Facette) und
- *zweitens* die Vergrößerung des Merkmalswerteraumes $Z(a^{Typ})$ des Aktivitätstyps durch Bildung von Subkategorien bei Freizeit und Einkauf, nicht aber - wie von *Beckmann* [2000] vorgeschlagen - der Kategorien Arbeiten und Ausbildung.

Vor dem Hintergrund dieses Zugewinns an wegebezogenen Informationen soll kurz diskutiert werden, mit welche Auswirkungen im Hinblick auf eine neuerliche Bildung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien zu rechnen ist: Vermutlich nimmt deren Differenziertheit zu, da die Abstände $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen den Wege-Aktivitätenmustern größer werden. Dass mutmaßlich andere Typologien zu erwarten sind, belegt das Ergebnis der Sensitivitätsanalyse einer erheblichen Empfindlichkeit der berechneten Distanzen $D_{bio}(s,š)_{s,š \in S}$ der Optimal Matching Technik gegenüber den Abbildungsalternativen des Raum-Zeit-Verhaltens (vgl. Abschnitt 6.3). Aus inhaltlicher Sicht wären stärker untergliederte Wege-Aktivitätenmuster-Typologien[28] wünschenswert, die über Aspekte der Arbeitswelt hinausgehend auch andere Lebensbereiche der Freizeit und der Versorgung umfassender sowie differenzierter berücksichtigen [u. a. Zimmermann et al. 2001]. Zu den Gesichtspunkten, die sich in Clustern höherer Abbildungsbreite- und -tiefe niederschlagen bzw. zum Ausdruck kommen sollten, zählen beispielsweise:

- unterschiedliche Einkaufs- und Freizeitaktivitäten durch eine stärkere Auflösung der Tätigkeitstypen a^{Typ},
- abweichende zeitliche Lage der Hauptaktivität A im Tagesablauf besonders bei Abweichungen von Normalarbeitszeiten (z. B. Teilzeitarbeit),
- unterschiedliche Abfolgen von identischen Tätigkeiten A und Ortsveränderungen W,

[28] Ungeklärt ist jedoch bislang, ob die Optimal Matching Technik ausreichende Analysepotenziale aufweist, wenn der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^x)$ sehr viele Zustände **z** enthält.

- vorhandene oder fehlende Begleitpersonen bei Handlungen Y (soziale Facette) und
- Aktivitätsorte (räumliche Facette).

b) Untersuchungsstrategie: Analyseebene Multimethodenansatz

Die formulierten Zielsetzungen aus Kapitel 3 für die übergeordnete Analyseebene des musterorientierten Untersuchungsansatzes betreffen folgende Aspekte:

b 1.) Objektivität des Vorgehens

Als problemlos umsetzbar in der Vorgehensweise der musterorientierten Datenanalyse erweist sich die Alternative einer direkten Untersuchungsstrategie (vgl. Abschnitt 3.3.1). Das heißt: Diese ist experimentell statt theoriegeleitet. Es erübrigt sich somit die vielfach kritisierte Vorab-Festlegung von Trennvariablen k bzw. deren Werte k_j zur Bildung der Personenkategorien. Damit einhergehend wird auch das Aufgreifen eines theoretischen Erklärungshintergrundes (z. B. die Rollentheorie) überflüssig.

b 2.) Angemessenheit des Kausalprinzips (deterministisch vs. probabilistisch)

Beim Nachweis von Ursache-Folge Beziehungen zwischen Personencharakteristika sowie Kontextbedingungen der Umwelt *einerseits* und den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i mit Hilfe strukturen-prüfender Methoden *andererseits*, ist grundsätzlich zu beachten: Es handelt sich immer um eine modellhafte Abbildung der Wirklichkeit und somit um eine Vereinfachung komplexer Zusammenhangsstrukturen. Gelöst wird sich beim vorliegenden Untersuchungsansatz vom deterministischen Kausalprinzip, dessen logisches Konzept aufgrund fehlender Berücksichtigung der zufälligen und nicht-erklärbaren Verhaltensvariabilität infrage gestellt wird (vgl. Abschnitt 4.3.b)). Der vollzogene Perspektivwechsel grenzt die eigene Analysestrategie von anderen einschlägigen musterorientierten Forschungsbeiträgen (vgl. Tabelle 3.3) deutlich ab.

b 3.) Angemessenheit der statistischen Methoden

Im Hinblick auf die einzelnen ausgewählten statistischen Verfahren ist ausschließlich beim erarbeiteten musterorientierten Multimethodenansatz[29] zu erörtern, wo möglicherweise Vorbehalte gegenüber diesen Methoden bestehen, welcher weitere Untersuchungsbedarf im konkreten Anwendungsfall existiert und welche alternativen statischen Verfahren sich eventuell anbieten. Unbeachtet bleibt zunächst bei der nachfolgenden Diskussion die Optimal Matching Technik, die gesondert ausführlich behandelt wird.

- Clusteranalyse

Wie bereits angesprochen (vgl. Abschnitt 3.2.1) bestehen grundsätzliche Einwände gegenüber dem Verfahren der Clusteranalyse, die sich im Wesentlichen auf zwei Hauptkritikpunkte konzentrieren:

[29] Die Behandlung dieser Fragestellung geht über den ursprünglich aufgestellten Kriterienkatalog aus Kapitel 3 hinaus, der dort für alle musterorientierten Untersuchungsansätze des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens formuliert wurde.

- Je nachdem welcher clusteranalytische Algorithmus (z. B. Ward-Verfahren, Single-Linkage usw.) zur Fusionierung der Wege-Aktivitätenmuster s gewählt wird, führt dies mehr oder weniger zu anderen Zusammensetzungen der erstellten Partitionen S_i mit Wege-Aktivitätenmustern s. Dieser ungeklärte Einfluss begründet Untersuchungsbedarf in Form einer Sensitivitätsbetrachtung: Ratsam erscheint eine Überprüfung, ob und inwieweit Abweichungen in den Clusterzuordnungen der Wege-Aktivitätenmuster s in Abhängigkeit der Verwendung unterschiedlicher Fusionsalgorithmen auftreten. Zu diesem Zweck sind in einer vergleichenden Analyse die eingesetzten Fusionsalgorithmen zu variieren, die aber auf identische Sequenzdistanzmatrizen **D** als Ergebnis der Anwendung der Optimal Matching Technik zurückgreifen [vgl. Schlich 2003].
- Zum Problem der subjektiven Festlegung einer Clusteranzahl lässt sich anführen: Neben den formalen Hilfskriterien („Ellenbogenkriterium“) spricht vor allem die inhaltliche Deutbarkeit für die im Anwendungsfall festgelegte Partition S_i. Weiter kann den vielfach formulierten Bedenken [u. a. Wermuth 1978, Holz-Rau 1990] entgegengehalten werden, dass auch andere vermeintlich „objektive“ statistische Verfahren, wie beispielsweise das strukturen-prüfende Verfahren der Kreuztabellenanalyse oder andere, Konventionen einer subjektiven Grenzziehung bei der Beurteilung von Zusammenhängen unterliegen: Ob eine Irrtumswahrscheinlichkeit α von 1%, 5% oder vielleicht 10% zur Beurteilung der Signifikanz akzeptiert wird, orientiert sich ebenfalls an inhaltlichen Erwägungen.

▪ multinomiale Logit-Analyse

Weiter ist zu diskutieren, ob und inwiefern die Verwendung der multinomialen Logit-Analyse im Anwendungsfall angemessen ist. Da die abhängige Variable - die zur Auswahl stehenden verschiedenen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i - als nominalskaliert betrachtet wird, verbleiben als strukturen-prüfende Verfahren nur wenige statistische Methoden. Wie bereits in Abschnitt 4.3 diskutiert, ist für die Aufgabenstellung die multinomiale Logit-Analyse prädestiniert. Jedoch nutzt die bisherige Modellformulierung die Potenziale der Logit-Analyse im Anwendungsfall nicht vollständig, da der Analyse lediglich ein Haupt-effektenmodell zugrunde liegt. Eine inhaltlich sinnvolle Trennung von individuellen Effekten, kontextuellen Effekten der Umwelt und Wechselwirkungseffekten beider Modell-komponenten erscheint grundsätzlich mit entsprechend als Mehrebenenansatz formulierten Logit-Modellen realisierbar [vgl. Engel 1998]. Bislang unterblieb der Versuch. Dieser ist aber für zukünftige Analysen anzustreben, da wertvolle Einsichten in die Zusammenhangsstrukturen zu erwarten sind.

c) Analyseprinzip der statistischen Methoden: Analyseebene Sequenzvergleichsanalyse

Der Ansatz, Verfahren der Sequenzvergleichanalyse zur Bestimmung der Unähnlichkeit zwischen Wege-Aktivitätenmustern s einzusetzen, ist nicht neu. Bereits *Pas* [1980], *Recker* [1980], *Jones et al*. [1988] usw. verwenden derartige Methoden, um Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ zwischen Weg-Aktivitätenmustern s zu quantifizieren. Relativ neu bzw. kaum erprobt - besonders im konkreten

Bezug der musterorientierten Analyse des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens - ist aber das dafür benutzte Sequenzvergleichsverfahren der Optimal Matching Technik. Neben der grundlegenden Prüfung der Analysetauglichkeit durch die exemplarische Modellanwendung war als Anwendungsvoraussetzung deren inhaltliche Ausrichtung auf empirischer Basis am Untersuchungsgegenstand vorzunehmen.

Bei zukünftigen Analysen mit sehr großen Stichproben (ca. n > 5000) bietet es sich möglicherweise im Rahmen der Typologiebildung an, *erstens* Wege-Aktivitätenmuster s vorab unter Anwendung von Entscheidungsheuristiken (beispielsweise nach Art und zeitlicher Umfang der Hauptaktivität) im Sinne einer konstruierten Klassifikation zu segmentieren. Dies trägt zur Reduktion des immensen Aufwandes bei der Sequenzdistanzberechnung bei. Erst in einem *zweiten* Schritt erfolgt dann die Anwendung Optimal Matching Technik zur Feinklassifikation je a-priori definierten Wege-Aktivitätenmuster-Typ S_i zu Bildung von Subclustern.

c 1.) Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes

Weitreichendere Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik im Hinblick auf die Quantifizierung von (Un-)ähnlichkeiten zwischen Sequenzen $D(s,š)_{s,š \in S}$ folgen direkt aus der Tatsache, dass jene Methode auf dem Prinzip des biologischen Distanzmaßes fußt (vgl. Abschnitt 4.4).

Im Sinne eines Praktikabilitätsnachweises der Optimal Matching Technik genügt die augenscheinlich vorhandene Erklärbarkeit der erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typologie im Analysefall (vgl. Abschnitt 7.6). Dennoch stellt sich die Frage, wie der postulierte Zugewinn an Wirklichkeitsnähe im Anwendungsfall nachgewiesen werden kann, was jedoch zukünftigen Forschungsarbeiten vorbehalten bleibt. Folgende Ansatzpunkte für mögliche Untersuchungsstrategien zeichnen sich ab:

- methoden-übergreifende Vergleichsanalyse von Sequenzvergleichsverfahren
  Aus einer Gegenüberstellung verschiedener Sequenzvergleichsmethoden sind möglicherweise spezifische Unterschiede ableitbar, wobei nachstehende Vorgehensweisen[30] auf identisches Datenmaterial infrage kommen:
  - *erstens* durch Vergleiche der jeweils berechneten Abstände $D(s,š)_{s,š \in S}$ unterschiedlicher Verfahren mit Hilfe der linearen Korrelationsanalyse oder / und
  - *zweitens* durch Überprüfung der Erklärbarkeit resultierender Clusterlösungen aus dem explorativen Analyseschritt durch Leitvariablen k (z. B. Erwerbsstatus) mit strukturen-prüfenden Verfahren unter dem Vorbehalt der Annahme, dass eine realitätsnähere Abbildung der Distanzen $D(s,š)_{s,š \in S}$ zu einer besseren Deutbarkeit führt. Das heißt: Es wird ein Zusammenhang zwischen den Abfolgen von

[30] Folgende bislang ungelöste Schwierigkeiten sind erkennbar, die einen aussagekräftigen Vergleich zwischen den Sequenzvergleichsverfahren erschweren:
- *Erstens* das Fehlen eines Referenzmaßes (Nullpunkt) für die Abbildungsgüte von Sequenzabstandsmaßen $D(s,š)_{s,š \in S}$ lässt keine Aussagen über eine Rangfolge der Verfahren zu.
- *Zweitens* die Tatsache, dass verfahrensspezifische Unterschiede bestehen, wie festzulegende Gewichtungsfaktoren C zur Berücksichtigung des Zustandabstandes $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i, \mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j, \omega)$ („inhaltliche Ausrichtung“) in die Rechenvorschriften der verschiedenen Sequenzvergleichsverfahren eingehen.

Handlungen Y und Erklärungsgrößen k der Person, des Haushaltes usw. angenommen, ohne dass dies bislang geklärt ist.

- methoden-immanente Überprüfung der Abbildung der Abfolgeähnlichkeit durch die Optimal-Matching Technik
  Als pragmatische Lösung zum Nachweis der Berücksichtigung der Abfolgeähnlichkeit von identischen Zuständen **z** bei der Sequenzdistanzbestimmung durch die Optimal Matching Technik eignet sich die Kreuztabellenanalyse. Zu überprüfen ist dabei der Zusammenhang zwischen den Variablen „Clusterzugehörigkeit" und „Wege-Aktivitäts-Kette gleicher Zustände". Die Klärung dieses Aspektes auf der Basis einer Stichprobe mit ausreichend großer Fallzahl zählt zum weiteren Forschungsbedarf.

c 2.) inhaltliche Ausrichtung des Distanzmaßes

Eine inhaltliche Anpassung vorab festzulegender Aufwandswerte der Optimal Matching Technik auf der Basis des Prioritätenkonzeptes (vgl. Kapitel 5), die als empirische Fundierung weit über ein argumentatives Vorgehen herausgeht, bildet ein neu aufgenommener Schwerpunkt. Trotz aller Unzulänglichkeiten der durchgeführten experimentellen Messung auf der Basis subjektiver Bewertungen kann der für diesen Zweck konzipierte Ansatz als empirische Annäherung in Richtung einer inhaltlichen Ausrichtung der Optimal Matching Technik interpretiert werden. Es bleibt darauf hinzuweisen: Die erzielten bzw. abgeleiteten Ergebnisse zustandsabhängiger Transformationsaufwandswerte C_ω in Abhängigkeit implizit per Klassifikationsverfahren (CHAID-Analyse) generierter Zustände **z** sind lediglich im Sinne einer Abschätzung zu verstehen. Keinesfalls besteht ein Anspruch auf Übertragbarkeit der Befunde über die spezifische Aufgabenstellung hinaus.

Auch hier gilt als Forschungsperspektive:

- Kommen infolge einer umfassenderen Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens (z. B. KONTIV 2002) weitere Beschreibungsgrößen y^X hinzu oder erfolgt die Sequenzvergleichsanalyse auf der Grundlage von Wege-Aktivitätenmustern s dargestellt in der Sequenzform der Ereignisdauerreihen, so erfordert dies eine Ausweiterung der Segmentbildung von Zuständen **z** mit der CHAID-Analyse auf entsprechende Merkmale (Aktivitätsdauer, Anzahl der Teilnehmer usw.).
- Gleichermaßen ist zu überprüfen, ob und inwiefern grundsätzlich in Betracht zu ziehende alternative Möglichkeiten der Spezifikation der Aufwandswerte C_ω zur Berücksichtigung der operationstypspezifischen Abstände $\Delta(\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_i,\mathbf{y}^{\mathbf{x}}_j,\omega)$ von Zuständen (z. B. Häufigkeit von Zustandswechseln, Zeitpunkt des Zustandswechsels, direkte Quantifizierung der Ähnlichkeiten von Zuständen usw.) zu anderen Ergebnissen der Optimal Matching Technik führen.

Welchen Stellenwert die inhaltliche Ausrichtung der Gewichtungsparameter C_ω der Optimal Matching Technik grundsätzlich einnimmt, belegt eine durchgeführte Sensitivitätsanalyse (vgl. Kapitel 6): Diese unterstreicht eine Beeinflussbarkeit der berechneten Sequenzabstände $D(s,š)_{s,š\in S}$ zwischen Wege-Aktivitätenmustern s, je nachdem ob die Gewichtungsparameter C_ω - insbesondere die Subaufwandswerte $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{ž})$ - zustands-

abhängig ausgerichtet oder frei definiert sind. Ausgehend von den empirisch bestimmten Sub- $C_{sub}(\mathbf{z},\mathbf{\check{z}})$ und Indelaufwandswerten $C_{ind}(\mathbf{z})$ ist deren Verhältnis zu beachten. Vor dem Hintergrund des Einsatzzweckes erscheint deren Orientierung günstig (vgl. Abschnitt 6.4).

Es lässt sich konstatieren: Vordringliche zukünftige Aufgabe ist eher die Fortentwicklung der inhaltlichen Ausrichtung der Optmal Matching Technik über die Findung aqäquater Transformationsaufwandswerte C_{ω}, statt deren Algorithmen weiter zu verfeinern, wozu beispielsweise *Joh et al.* [2001] und *Joh et al.* [2002] bereits Ansätze entwickelt haben. Hierbei stellt sich auch weiterhin generell die schwierige Aufgabe, Bedingungen der Optimal Matching Technik für das Vorliegen eines metrischen Distanzmaßes $D_{bio}(s,\check{s})_{s,\check{s}\in S}$ mit der Realität des Raum-Zeit-Verhaltens in Einklang zu bringen.

d) Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen

Wie bereits diskutiert sind den Möglichkeiten der induktiven Datenanalyse Grenzen gesetzt, je nachdem in welchem Umfang und in welcher Detailliertheit potenzielle Erklärungsgrößen k im genutzten Datenfundus des MOP vorhanden sind.

d 1.) individuelle Möglichkeiten und Eigenschaften
Soziodemografische Variablen k, die für Erklärung entsprechender Zusammenhänge auf Individualebene (Erklärungshintergrund Rolle, Lebenszyklus) stehen, repräsentiert das genutzte Datenmaterial ausreichend in Breite und Differenziertheit.

d 2.) individuelle Einstellungen, Orientierungen, Motive, Stilisierungen usw.
Indikatoren k, auf deren Grundlage eine Operationalisierung nach dem Lebensstilkonzept möglich ist, bleiben unberücksichtigt.

d 3.) soziale Umwelt
Zumindest was die Berücksichtigung der Haushaltssituation anbelangt, gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Variablen k im Datenfundus (z. B. Haushaltstyp, Haushaltsgröße usw.), die als Prädiktoren grundsätzlich infrage kommen.

d 4.) (verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt
Bei der Einschätzung, in welchem Umfang die Abbildung der Lage, Ausstattungs- und Erreichbarkeitsmerkmale durch das Datenmaterial erfolgt, zeichnet sich ein indifferentes Bild ab: Während die Variablenstruktur des Datenfundus auf den räumlichen Maßstabsebenen Gemeinde und kleinräumiges Wohnumfeld als relativ umfassend eingestuft werden kann, fehlen Angaben zur Wohnung.

Aus dem Vergleich der Datenlage des verwendeten MOP mit den Ausgangsbedingungen anderer Arbeiten auf gleichem Forschungsfeld (vgl. Abschnitt 3.3 und Abschnitt 4.5) folgt: Es handelt sich um ähnliche Voraussetzungen, inwieweit Chancen der Berücksichtigung potenzieller Erklärungsgrößen k für induktive Analysezwecke bestehen. Ferner ist zu vermuten: Sofern die erzeugten

Wege-Aktivitätenmuster s auf dem Abbildungsniveau der vorliegenden Untersuchung analysiert werden, existieren außer den identifizierten keine weiteren bedeutsamen Trennvariablen[31] k.

Unter der Annahme erweiterter Datenmöglichkeiten (z. B. KONTIV 2002) stellt sich die Frage, ob und inwieweit ein zusätzlicher Zuwachs an Erklärungskraft zur Deutung der Variation im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten durch Hinzuziehung weiterer bislang unberücksichtigter Variablen möglich ist. Abbildung 8-2 veranschaulicht: Je größer der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{x})$ des erfassten Raum-Zeit-Verhaltens ist, desto mehr Cluster S_i sollte die Wege-Aktivitätenmuster-Typologie umfassen und desto größer sollte der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{k})$ potenzieller Erklärungsgrößen k der Person und der Umwelt sein.

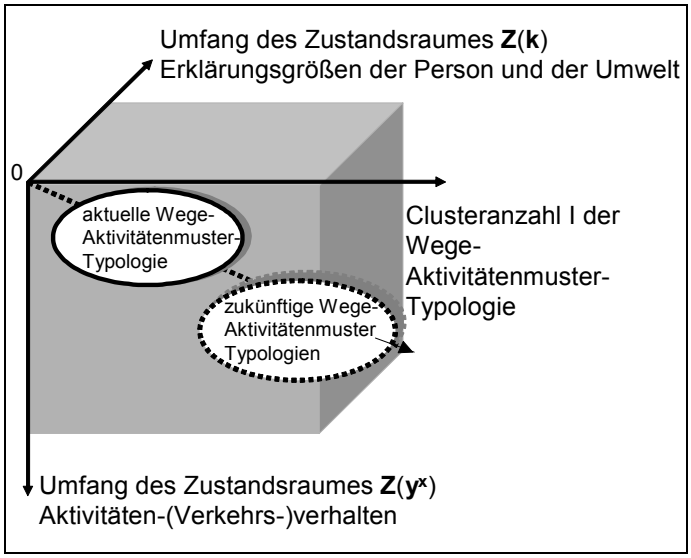


Abbildung 8-1: Entwicklungspfad der Bildung und Erklärung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien

Liegt dem induktiven Analyseschritt des Untersuchungsansatzes eine weitaus differenziertere Wege-Aktivitätenmuster-Typologie zugrunde, ist damit zu rechnen, dass abweichende Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge resultieren. Dann weisen möglicherweise andere Prädiktoren k eine Erklärungskraft zur Clustertrennung auf:

- *Erstens* erscheint es sinnvoll in zukünftigen Untersuchungen, die den Erklärungsaspekt in den Vordergrund stellen, individuelle Einstellungen, Motive usw. über das Lebensstilkonzept in Betracht zu ziehen, soweit dies - vom Datenmaterial her gesehen - überhaupt möglich ist.
- *Zweitens* könnte sich auch eine stärkere Orientierung am Familien- bzw. Lebenszykluskonzept, dessen Operationalisierung auf eine Verknüpfung von Ausprägungen mehrerer personen- bzw. haushaltsbezogener Merkmale zurückgeht, als zweckmäßiger Deutungszusammenhang erweisen.
- *Drittens* sind Effekte von Kontextbedingungen der Umwelt - insbesondere der (verkehrs-)-infrastrukturell-räumlichen - nicht auszuschließen.

[31] Von Vorteil ist: Merkmale dieser Art sind in Sekundärstatistiken (z. B. Daten der Volkszählung) enthalten.

Tabelle 8-1: Bewertung des eigenen musterorientierten Multimethodenansatzes

Kriterien	Stand	Fortschritt	Forschungs- und Informations-bedarf
a) Abbildungsbreite und –tiefe des Raum-Zeit-Verhaltens			
Vielfalt der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	⊡		■■■
Länge und Lage des Makrozeitabschnittes	☑	■■■	
Detaillierung Sequenzform	☑	■■■	
Detaillierung der Merkmale des Raum-Zeit-Verhaltens	⊡		■■■
b) Analyseebene musterorientierter Multimethodensansatz			
Objektivität des Untersuchungsprozesses	☑	■■■	
Angemessenheit des Kausalprinzips	☑	■■■	
c) Analyseebene Sequenzvergleichsanalyse			
Umfang der Abbildungseigenschaften des Distanzmaßes (Abfolgeähnlichkeit, usw.)	☑	■	■■
Zustandsabstände: inhaltliche Ausrichtung des Distanzmaßes	☑	■■	■■■
d) Einbeziehung potenzieller Erklärungsgrößen			
individuelle Möglichkeiten und Eigenschaften	☑		
individuelle Einstellungen, Orientierungen, Motive, Werthaltungen usw.	☒		■
soziale Umwelt	☑		
(verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt	⊡		■■

Legende: ☑ berücksichtigt ⊡ teilweise berücksichtigt ☒ nicht berücksichtigt

■ gering ■■ mittel ■■■ groß

8.2 Perspektiven für weiterführende Forschungsarbeiten

Um die Nützlichkeit der vorliegenden Arbeit für die Verkehrsforschung sowie damit indirekt für die Anwendungspraxis der Verkehrsplanung zu verdeutlichen, sollen im Folgenden Forschungsperspektiven aufgezeigt und dabei Ansätze grob skizziert werden, bei denen über den erarbeiteten musterorientierten Multimethodenansatz hinaus Anknüpfungspunkte gesehen werden. Hierzu werden zwei Anwendungsrichtungen vorgestellt: die Konzeption eines segmentorientierten Untersuchungsansatzes des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens sowie der Ansatz eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung.

8.2.1 Konzeption eines segmentorientierten Untersuchungsansatzes des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens

Der erarbeitete musterorientierte Multimethodenansatz ist lediglich als erster Schritt in Richtung einer umfassenden Analysestrategie des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens zu betrachten, wie folgende Argumentation verdeutlichen soll:

- Bei den erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i, die aus der Anwendung des erarbeiteten Untersuchungsansatzes resultieren, handelt es um eine Sichtweise des Aktivitäten-(Verkehrs-) verhaltens als Ganzes und folgt damit eher dem Postulat der Unteilbarkeit menschlichen Verhaltens. Die umfassende Abbildung betrifft vor allem die temporale (Abfolge, zeitliche Lage, Dauer usw.) aber auch die inhaltliche Facette - also die Grobstruktur individueller Wochen- und Tagesabläufe. Weiterführend sind jedoch prinzipiell auch andere Beschreibungsgrößen y^x zur Bildung von Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i einbeziehbar (vgl. Abschnitt 8.2.2).
- Im Gegenzug führt die ganzheitliche Darstellungsweise der Wege-Aktivitätenmuster s zu einem Verlust an Differenziertheit in der Beschreibung von Einzelphänomenen des Raum-Zeit-Verhaltens, wodurch dessen Komplexität nicht gerecht wird. So weist *Holz-Rau* [1990] auf die Problematik hin, dass womöglich Ursache-Wirkungs-Beziehungen unerkannt bleiben können, wenn zu viele Merkmale y^x des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens in der Analyse gemeinsam betrachtet werden.

Um dieses vorhandene Dilemma zwischen Ganzheitlichkeit und Vielschichtigkeit aufzulösen bzw. abzumindern, wird eine zweistufige Untersuchungsstrategie vorgeschlagen (vgl. Abbildung 8-3):

- Metaebene
  Der auf der Metaebene angeordnete musterorientierte Multimethodenansatz zielt auf die Analyse interpersoneller Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten auf Sequenzbasis ab. Ergebnisse der Modellanwendung sind *erstens* mehrere Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i einer entsprechenden Typologie. *Zweitens* können trennende Erklärungsgrößen k^{α} - als α-Merkmale bezeichnet - und dazugehörige Effekte k^{α}_j identifiziert werden, die vorerst eine grobe Orientierung über Zusammenhangsstrukturen zur Erklärung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie erlauben.
- Subebene
  An die einzelnen Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i der Metaebene anknüpfend wird auf der Subebene eine Disaggregierungsstrategie zur inhaltlichen Vertiefung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen verfolgt. Das heißt: Objekte der statistischen Datenanalyse sind einzelne Verhaltenskenngrößen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens: die Verkehrsmittelnutzung, die zurückgelegte Distanz usw. Anhand der erstellten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i der Meta-ebene findet zunächst eine entsprechende Aufteilung der verwendeten Daten (Wege-, Personen- und Haushaltsdaten) statt. Zum Nachweis von Kausalzusammenhängen zwischen Erklärungsgrößen und einzelnen Kenngrößen des Raum-Zeit-Verhaltens je Cluster S_i eignen sich strukturen-prüfende statistische Verfahren [vgl. Backhaus et al. 2003]. Anschließend lassen sich die identifizierten β-Erklärungsgrößen k^{β} sowie die Effekte der dazugehörigen Merkmalswerte k^{β}_j in der Dateninterpretation partitionsübergreifend untereinander vergleichen.

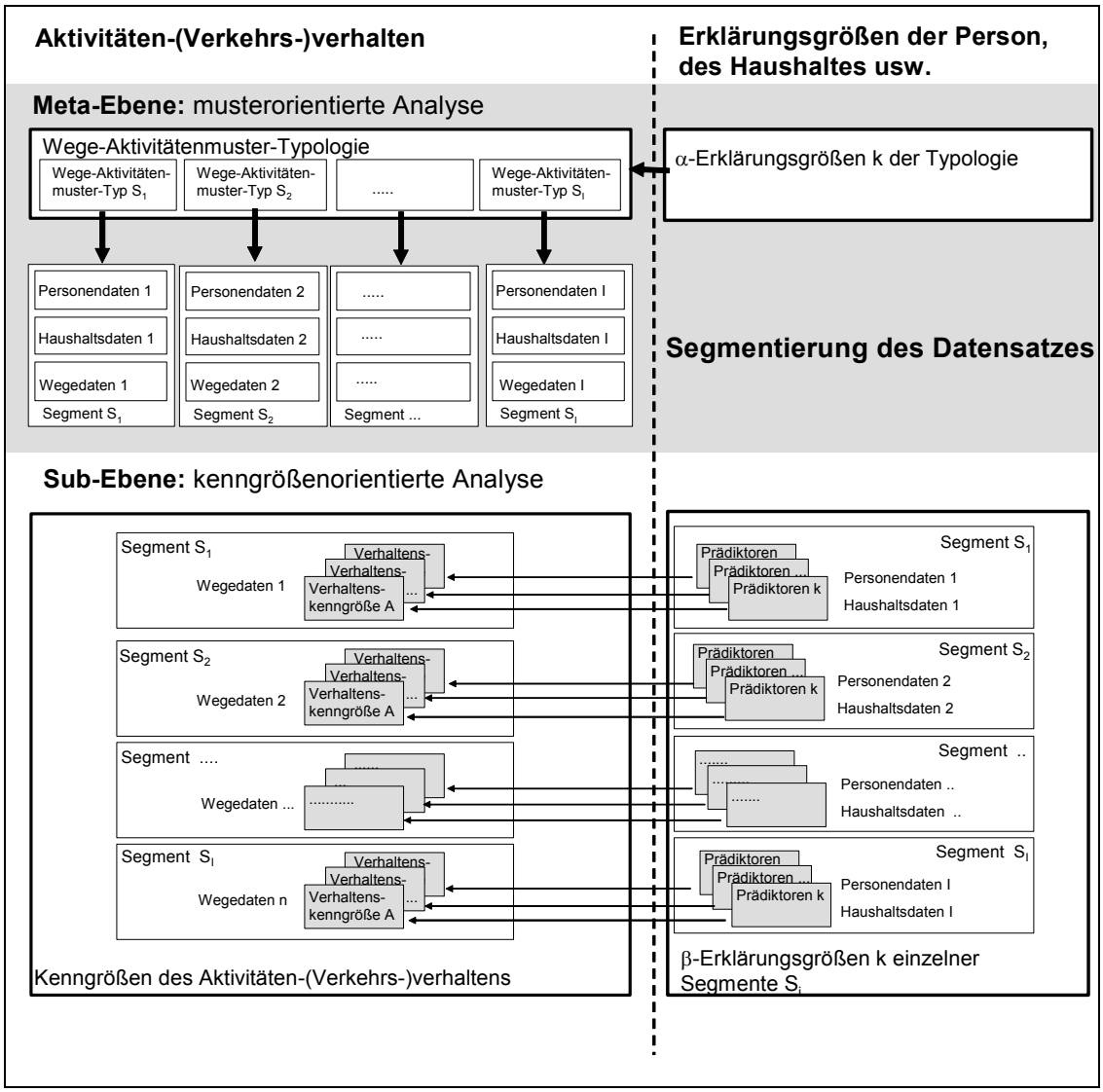


Abbildung 8-2: segmentorientierte Analysestrategie des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens

Im Gegensatz zu Vorgehensweisen ohne Typologiebildung ermöglicht der Separierungsprozess die Bildung einzelner Partitionen S_i mit ähnlichem Raum-Zeit-Verhalten. Die Erhöhung der Varianzaufklärung kann für viele Untersuchungs- und Modellierungszwecke nützlich sein. Um beispielsweise Verhaltensänderungen infolge von Maßnahmen zu betrachten, schlägt *Zumkeller* [1989] eine Abspaltung irrelevanter nicht maßnahmenreagibler Fälle, die entsprechend durch Klassifikation zu identifizieren sind, nach dem Ausschlussprinzip im Vorfeld der Analyse bzw. Modellierung vor.

8.2.2 Konzeption eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung

Die Entwicklung und Anwendung von mikroskopischen Verkehrsnachfragemodellen auf der Basis von Wegeketten [u. a. Sparmann 1980, Zumkeller 1989, Fellendorf et al. 1997] wurde in den letzten Jahrzehnten vor allem in der Bundesrepublik Deutschland forciert [Axhausen et al. 1989, Brannolte et al. 1998]. Um eine hohe Abbildungskonsistenz individuellen Aktivitäten-(Verkehrs-)-

verhaltens zu erreichen, beziehen sich Modelle dieses Typus auf die personenfeine Simulation von individuellen Tageabläufen, die in der Modellgröße der Wegekette umgesetzt sind. Die bislang verwendete Ausgangsbasis für jene Verkehrsnachfragemodelle sind die Eigenschaften und charakteristischen Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltensweisen verhaltensähnlicher a-priori Personenkategorien [vgl. i. a. Kutter 1972, Schmiedel 1984]. Wie bereits diskutiert (vgl. Abschnitt 4.3), bestehen jedoch Vorbehalte gegenüber jenem Konstrukt. Genau an diesem Punkt setzt der Vorschlag einer Modifikation des bisherigen Modellkonzeptes „personenfeiner" mikroskopischer Wegekettenansätze auf dem Stand der Anwendung durch die Verankerung des erarbeiteten Multimethodenansatzes der vorliegenden Arbeit an. Statt Personentypen mit spezifischen Verhaltensweisen als Grundlage für die Modellierung der Verkehrsentstehung zu nutzen, wird folgende Alternative vorgeschlagen: Den fiktiven Individuen[32], die durch Merkmalswerte k_j von identifizierten Variablen k der Person, des Haushaltes usw. kennzeichenbar sind, werden in Abhängigkeit jenen Sets $\mathbf{k_j}$ Realisierungswahrscheinlichkeiten für Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i („mittleres Verhalten") zugeordnet. Das heißt: Die Chance der Ausübung eines bestimmten Wege-Aktivitätenmuster-Typus S_i lässt sich als Funktion einer Kombination $\mathbf{k_j}$ von Ausprägungen k_j personen-, haushaltsbezogener usw. Merkmale k beschreiben.

Die in der vorliegenden Arbeit zugrundegelegte Fallzahl zur Bildung der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie aus dem Datenfundus des MOP reicht als empirische Grundlage für die Verkehrsnachfragenmodellierung nicht aus, da auch infolge zu geringer Fallzahlen je Cluster S_i teilweise keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Ausprägungen k_j der Erklärungsgrößen k und der Zuordnung zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i aus der Anwendung der Analysetechniken resultieren. Zur Behebung dieses Manko bieten sich künftig zwei Alternativen an: Entweder die Zusammenfassung mehrerer Wellen des deutschen Mobilitätspanels [vgl. Kloas et al. 2001] oder die Nutzung der zukünftig bereitstehenden Daten der derzeit laufenden KONTIV-Erhebung 2002[33].

Um den Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht zu sprengen, handelt es sich bei dem im Weiteren vorgestelltem Ansatz eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung lediglich um ein Grobkonzept. Unbeachtet bleiben außerdem die anschließenden Modellstufen eines Verkehrsnachfragemodells der Ziel-, der Verkehrsmittelwahl sowie der Routensuche und Umlegung.

Zu den Grundlagen des Modellkonzeptes mikroskopischer Wegekettenansätze sei kurz ausgeführt: Bei der Methode zur Operationalisierung handelt es sich um die stochastische Simulation - hier die Monte-Carlo Simulation (MCS). Als Modellinput gehen diskrete ein-

[32] Es handelt sich modellbedingt um Personen. Genau genommen sind es aber Personenkategorien mit eindeutigen Affinitäten zu Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i.

[33] Die KONTIV 2002 beschränkt sich als Stichtagsbefragung allerdings nur auf die Erfassung des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens auf Tagesbasis, weist aber gegenüber der Längsschnittbefragung des deutschen Mobilitätspanels (MOP) die Vorteile einer größeren Stichprobe und einer umfassenderen und detaillierteren Abbildung des Raum-Zeit-Verhaltens auf [vgl. Smid et al. 2001].

oder mehrdimensionale Summenhäufigkeitsverteilungen der Ausprägungen k_j von Trennmerkmalen k (Personenmerkmale, Haushaltsmerkmale, Merkmale des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens) ein, die aus empirischem Datenmaterial (z. B. KONTIV usw.) stammen. Dem Monte-Carlo Verfahren (MCS) obliegt die Ziehung gleichverteilter Zufallszahlen. Von jener Zufallszahl hängt ab, welche Merkmals-ausprägung k_j jeweils aus der vorliegenden kumulierten Häufigkeitsverteilung des Trennmerkmals k der Simulationseinheit - der fiktiven Person - zugewiesen wird.

Abbildung 8-3 stellt die „geschachtelte" Struktur des aus mehreren Stufen bestehen Modellansatzes der Verkehrsentstehung dar, der im Weiteren erläutert wird.

A Personensimulation
Die Struktur der Bevölkerung eines Planungsraumes wird zunächst auf die Simulationsstichprobe transferiert. Das heißt: Von den maßgebenden Abgrenzungsvariablen k der Personen, des Haushalts stimmen die diskreten Häufigkeitsverteilungen der Merkmalswerte k_j von Grundgesamtheit und Stichprobe überein. Das Zuweisen eines Sets $\mathbf{k}_j$ entsprechender Werte dieser Merkmale (Personeneigenschaften usw.) zur fiktiven Person erfolgt mit Hilfe der Monte-Carlo Simulation (MCS) auf Grundlage der empirischen Summenhäufigkeitsverteilungen.

B Wege-Aktivitätenmuster-Simulation
Die zweistufige Wege-Aktivitätenmuster-Simulation zur Auswahl eines Wege-Aktivitätenmuster-Typs S_i aus der Typologie für jede zu simulierende Person ist die wesentliche Neuerung des Modellansatzes: Aufgegriffen wird hierzu der in der vorliegenden Arbeit konzipierte musterorientierte Multimethodenansatz des Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhaltens. Aus dessen empirischer Modellanwendung stammende Ergebnisse gehen als Input in diesen Modellschritt ein:

- *erstens* die zu Typen S_i klassifizierten Wege-Aktivitätenmuster s und
- *zweitens* die geschätzten Logit-Koeffizienten b_{ik_j} der Ausprägungen k_j identifizierter Trennmerkmale k der Person, des Haushaltes usw. aus der Anwendung des multinomialen Logit Modells (MNL) zur Vorhersage der Zuordnungswahrscheinlichkeiten $P_{k_j}(i|S_i)$ zu den Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i.

Die Wege-Aktivitätenmuster-Simulation umfasst zwei Schritte:

- In der *ersten* Teilstufe lassen sich in Abhängigkeit der zugewiesenen Eigenschaften aus der Personensimulation für jedes zu simulierende Individuum alle Wahrscheinlichkeiten $P_{k_j}(i|S_i)$ der Zuordnung zu den bekannten Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i mit Hilfe des bereits geschätzten multinomialen Logit-Modells (MNL) berechnen.
- Die diskrete Verteilung der ermittelten personenspezifischen Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wege-Aktivitätenmuster-Typen S_i bildet wiederum die Ausgangsbasis für die *zweite* Teilstufe - die Auswahl eines Typs per Zufallsprinzip mittels Monte-Carlo Simulation (MCS).

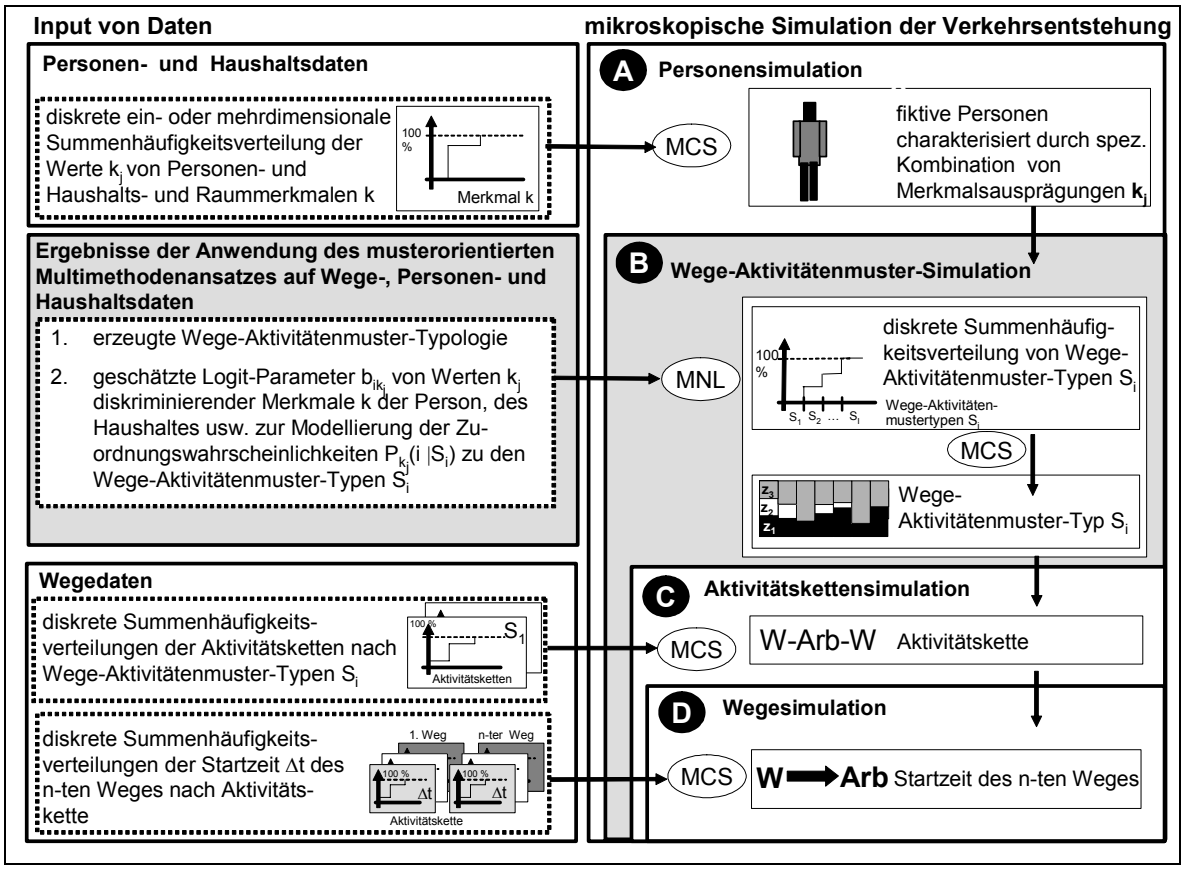


Abbildung 8-3: Grobansatz eines mikroskopischen Simulationsmodells der Verkehrsentstehung

C Aktivitätskettensimulation

Die Aktivitätskettensimulation schließt das Ziehen einer Aktivitätskette aus der vorgegebenen diskreten kumulierten Aktivitätskettenverteilung des im vorherigen Modellschritt bestimmten Wege-Aktivitätenmuster-Typus S_i, mit Hilfe der Monte-Carlo Simulation (MCS) ein.

D Wegesimulation

Der letzte Teilschritt umfasst die Bestimmung der Startzeit (Zeitintervall Δt) von Übergängen zweier Aktivitäten A der Aktivitätskette - den Wegen W. In Abhängigkeit der vorher gezogenen Aktivitätskette vermag die Methode der Monte-Carlo Simulation (MCS) aus den dazugehörigen kumulierten Verteilungen der Übergangswahrscheinlichkeiten der Tätigkeiten A nach dem Startzeitintervall den Beginn von Ortsveränderungen W festzulegen.

Abschließend lässt sich als Gesamtüberblick festhalten: Mittel zum Zweck - also Methode(n) statt Inhalte - stehen im Vordergrund der vorliegenden Arbeit. Bedingt durch die limitierte Datenlage zeigt diese primär einen innovativen Weg zur musterorientierten Datenanalyse des Raum-Zeit-Verhaltens unter Anwendung der Optimal Matching Technik auf. Dem inhaltlichen Erkenntnisgewinn fällt eher eine sekundäre Rolle zu. Dennoch ergeben sich auf Basis der Wege-Aktivitätenmuster-Typologie des Fallbeispiels neue wertvolle Einsichten in das Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens auf Wochenebene. Eine ausreichende Tragfähigkeit der Ergebnisse fehlt jedoch, um diese direkt als Basis für die Anwendungspraxis der Verkehrsnachfragemodellierung

zu verwerten. Ausgehend von weitreichenden Analysepotenzialen des Multimethodenansatzes bleiben dessen Möglichkeiten aus inhaltlicher Sicht zum Teil noch ungenutzt.

Zur umfassenden und definitiven Beurteilung der Leistungsfähigkeit des musterorientierten Multimethodenansatzes bedarf es ebenso weiterer Überlegungen bzw. empirischer Untersuchungen. Bislang steht fest: Das gewählte Vorgehen erfüllt die formulierten Anforderungen sowohl nach Analyseobjektivität als auch nach Angemessenheit des Kausalprinzips. Das neue Verfahren der Optimal Matching Technik etabliert sich zunehmend im Bereich der Verkehrsforschung, da jene das bisherige Methodenrepertoire der Sequenzvergleichsanalyse um eine neue Qualitätsstufe erheblich erweitert: Bereits aufgrund der Berechnungsvorschrift kann diese Methode als konkurrenzloses Analysewerkzeug für die Berechnung von Sequenzdistanzen $D_{bio}(s,š)$ betrachtet werden. Ob und inwieweit die vermeintlich besseren Abbildungseigenschaften der Optimal Matching Technik bei der Bildung von Wege-Aktivitätenmuster-Typologien greifen, bleibt offen. Lage und Zusammensetzung („Zustandselementkomposition“) mit identischen Handlungen bildet die Wege-Aktivitätenmuster-Typologie - augenscheinlich betrachtet - passabel ab. Dass die Klärung der Anwendungsvoraussetzungen - insbesondere die empirische Ausrichtung der „Schlüsselgröße“ Transformationsaufwandswert -, aufgrund einer merklichen Sensitivität der Optimal Matching Technik von elementarer Relevanz ist und annähernd gelingen kann, zählt zu den hervorzuhebenden Resultaten. Lediglich theoretische Überlegungen, die weder objektiv noch nachvollziehbar sind, reichen dazu nicht aus.

LITERATURVERZEICHNIS

Abbott , A.; Forrest, J. (1986): Optimal Matching Methods for Historical Sequences, in: Journal of Interdisciplinary History, 16, S. 471- 494.

Abbot, A.; Hrycak, A. (1990): Measuring Resemblance in Sequence Data: An Optimal Matching Analysis of Musicians' Carrers in: American Journal of Sociology, 1, S. 144-85.

Abbott, A.; Tsay A. (2000): Sequence analysis and optimal matching methods in sociology: Review and prospect, in: Social Methods & Research, 29 (1), S. 3-33.

Aisenbrey, Silke (2000): Optimal Matching Analyse, Anwendungen in den Sozialwissenschaften, Studien zur Wissenschafts- und Organisationssoziologie 2, Leske und Budrich, Opladen.

Andreß, H-J.; Hagenaars, J.; Kühnel, S. (1997): Analyse von Tabellen und kategorialen Daten: Log-Lineare Modelle, latente Klassenanalyse, logistische Regression und GSK-Ansatz, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York u. a.

Arentze, T. A.; Timmermans, H. J. P. (2000): ALBATROSS - A Learning Based Transportation Oriented Simulation System, European Institute of Retailing and Service Studies (EIRASS), Technische Universität Eindhoven.

Axhausen, K. W. (1980): Eine ereignisorientierte Simulation von Aktivitätenketten zur Parkstandswahl, Heft 40, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Axhausen, K. W. (1998): Can We Ever Obtain The Data We Would Like To Have, in: Gärling, T.; Laitila, T.; Westin, K. (Hrsg.): Theoretical Foundations of Travel Choice Modelling, S. 305-323, Elsevier, Amsterdam u. a.

Axhausen, K. W. (2000): Definition of Movement and Activity for Transport Modelling, in: Hensher, D. A.; Button, K. J. (Hrsg.): Handbook of Transport Modelling Amsterdam, S. 271-284, Pergamon, Lausanne, New York u. a.

Axhausen, K. W.; Abay G. (2000): Zeitkostenansätze im Personenverkehr (Vorstudie), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Forschungsauftrag 42/00 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 69, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich.

Axhausen, K. W.; Gärling, T. (1992): Activity-based approaching to travel analysis: Conceptual framework, models, and research problems, in: Transport Review, 12 (4), S. 323-341.

Axhausen, K. W.; Herz, R. (1989): Simulating activity chains: German approach, in: Journal of Transportation Engineering , 115 (3), S. 316-325.

Axhausen K. W.; König, A. (2001): Mobilitätswerkzeuge und Wohnstandorte: Mobiplan stated choice Experimente, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 71, S. 185-194, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Axhausen, K. W.; Zimmermann, A.; Schönfelder, S; Rindsfüser, G.; Haupt, T. (2002) Observing the rhythms of daily life: A six-week travel diary, in: Transportation, 29, S. 95-124.

Bacher, J. (1996): Clusteranalyse: anwendungsorientierte Einführung, Oldenbourg Verlag, München, Wien.

Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W. u. a. (2003): Multivariate Analysemethoden, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York u. a.

Baer, K.; Ernst, G.; Nachreiner, F.; Volger, A. (1985): Subjektiv bewertete Nutzbarkeit von Zeit als Hilfsmittel zur Bewertung von Schichtplänen, Zeitschrift für Arbeitswissenschaft, 39 (3), S.169-173.

Baltes-Götz, B. (2001): Segmentierung und Klassifikation mit Answer Tree 2.1, Universitätsrechenzentrum Trier, http://www.uni-trier.de/urt/urthome.shtml (01/2004).

Bandilla, W.; Hauptmanns, P. (1998): Internetbasierte Umfragen als Datenerhebungstechnik für die Empirische Sozialforschung?, in: ZUMA-Nachrichten, 43, S.36-54.

Bakeman, R.; Quera, V. (1995): Analyzing interaction, Sequential analysis with SDIS & GSEQ, Cambridge University Press, Cambridge.

Bargemann, A.; Timmermans, H.J.P.; Joh, C-H. (2002):Vacation Behaviour Using a Sequence Alignment Method, in: Annals of Tourism Research, 29 (2), S.320-337.

Beck, P. (1996): Persönliche Projekte - eine empirische Annäherung an komplexes Handeln, Asanger, Heidelberg.

Becker, H-J. (1981): Die Anwendung der Clusteranalyse in der Verkehrsplanung, in: Beiträge zur Verkehrswissenschaft, Heft 7, S. 128-157, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, TU Berlin.

Beckmann, K. J. (1983): Untersuchung kleinräumiger Raum-Zeit-Verhaltensweisen als Grundlage für Infrastrukturplanungen in Innenstadtbereichen, Heft 36, Institut für Stadtbauwesen, TU Braunschweig.

Beckmann, K. J. (2000): Verkehrsmodelle – Forschung und Anwendung in der Praxis oder: Das Dilemma von methodischen Möglichkeiten und planungspraktischen Rahmenbedingungen, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S. 9-26, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Beckmann, K. J. (2001): Alltagsmobilität und Standortentscheidungen, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 71, S. 11-32, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Ben-Aktiva, M.; Bowman, J.; Gopinath, D. (1996): Travel demand model system for the information era, in: Transportation, 23, S. 241-266.

Berger, M. (2000): Abbildung und Erklärung von Unterschieden zwischen Aktivitätenmustern - ein Multimethodenansatz unter Verwendung der Optimal-Matching-Technik, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S.145-155, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Berger, M. (2000): Formation of typologies of similar changes and differences in activity behaviour - a multi-method approach under application of the Optimal Matching Technique, in: Conference Proceedings, 9th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australien, 2-7 July 2000.

Blass, W. (1980): Zeitbudget-Forschung: eine kritische Einführung in Grundlagen und Methoden, Campus Verlag (Campus-Forschung), Frankfurt, Main.

Bogun, R. (1996): Was heißt "Ökologische Lebensstile"? - Fragen und Anmerkungen zum Verhältnis von Lebensstilanalyse und sozialwissenschaftlicher Umweltforschung ZWE "Arbeit und Regionen". Arbeitpapiere, Nr. 26, Universität Bremen.

Bortz, J. (1999): Statistik für Sozialwissenschaftler, 5. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Bortz, J.; Döring, N. (1999): Forschungsmethoden und Evaluation für Human und Sozialwissenschaftler, 3. überarbeitete Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

Bowman, J. L. (1998): The Day Activity Schedule Approach to Travel Demand Analysis, Ph.D. Dissertation, Massachusetts Institute of Technology.

Brannolte, U.; Kraus, T. (1998): Situationsanalyse über cen Stand der Simulationsmodelle im Verkehrswesen (Schlußbericht) , Forschungsprojekt gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Weimar.

Breckner, I.; Sturm, G. (2002): Geschlechterverhältnisse im raumzeitlichen Wandel moderner Gesellschaften, in: Henckel, D.; Eberling, M. (Hrsg): Raumzeitpolitik, S. 81-104, Leske und Budrich, Opladen.

Bröger W.; Erl, E. (1999): Kenngrößen für den Fußgänger- und Fahrradverkehr, Heft M 109, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach.

Burnett, P.; Hanson, S. (1982): The analysis of travel as an example of complex human behavior in spatially-constrained situations: definition and measurement issues, in: Transportation Research A, 6 (2), S. 87-102.

Chapin, F. S. (1978): Human Time Allocation in the City in: Carlstein, T.; Parkes, D.; Thrift, N. (Hrsg.): Human Activity and Time Geography, S. 13-26, Edward Arnold, London.

Chen, C.; Kitamura, R. (2000): On What People Schedule and What They Actually Do, in: Conference Proceedings, 9th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australien, 2-7 July 2000.

Chlond, B. (1996): Zeitverwendung und Verkehrsgeschehen - Zur Abschätzung des Verkehrsumfangs bei Änderungen der Freizeitdauer, Heft 55, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Chlond, B.; Kuhnimhof, T. (2003): „Das Panelhandbuch"- Informationen über Anleitung zum Gebrauch und Anregungen zur Nutzung der Daten des Deutschen Mobilitätspanels, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe, http://mobilitaetspanel.ifv.uni-karlsruhe.de/downloads/ (Stand: 01/2004).

Chlond, B.; Lipps, O.; Zumkeller, D. (1996): Auswertungen der Paneluntersuchungen zum Verkehrsverhalten, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Chlond, B.; Lipps, O.; Zumkeller, D. (1997): Begleitung und Auswertung der laufenden Erhebungen zum Mobilitätsverhalten sowie zur Fahrleistung und Benzinverbrauch, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Chlond, B.; Lipps, O.; Zumkeller, D. (1998).: Haushaltspanel 1997/1998 – Auswertung, Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Chlond, B.; Lipps, O.; Manz, W.; Zumkeller, D. (1999): Haushaltsbefragung zur Alltagsmobilität in verschiedenen Raumtypen (Auswertung Haushaltspanel 1998/1999), Manuskript im Auftrag des BMV, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Coulter, P. B. (1989): Measuring Inequality: A Methodological Handbook, Westview Press, London.

Cullen, I. G.; Godson V. (1975): Urban Networks: The Structure of Activity Patterns, in: Progress in Planning, Vol. 4, S.1-96.

Diekmann, A. (2001): Empirische Sozialforschung - Grundlage, Methoden, Anwendungen, 7. Auflage, Rowohlt (rowohlts enzyklopädie), Reinbeck bei Hamburg.

Dijst, M.; Vidakovic, V. (2000): Travel time ratio: the key factor of spatial research, in: Transportation, 27, S. 179-199.

Dijst, M.; Schwanen, T. (2002): Travel-time ratios for visits to the workplace:the relationship between commuting time and work duration, in: Transportation Research A, 36, S. 573-592.

Doherty, S. T. (2000): CHASE: Computerized Household Activity Scheduling Elictor survey software, Version 2.0, Installation and Operational Manual.

Doherty, S. T. (2001): Meeting the Data Needs of Activity Scheduling Process Modeling and Analysis. Paper presented at the 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board Washington, DC, January 7-11, 2001, http://www.wlu.ca/~sdoherty/chase/index.htm (01/2004).

Doherty, S. T.; Axhausen, K. W.; Gärling, T.; Miller E. J. (2002): A conceptual model of the weekly household activity/travel scheduling process, in: Stern, E.; Salomon, I.; Bovy, P.(Hrsg.): Travel behaviour: Spatial patterns, Congestion and Modelling, S. 233– 264, Elgar, Cheltenham, UK.

Doherty S. T.; Miller E. J. (2000): A computerized household activity scheduling survey, in: Transportation, 27, S. 75-97.

Dollase, R. (2000a): Zur Relevanz des Forschungsansatzes „Temporale Muster – Die ideale Reihenfolge von Tätigkeiten für das Projekt Mobiplan (Mobidrive) in: Dollase, R.; Erke, H.; Gärling, T. (Hrsg.): Expertisen über das Projekt Mobiplan, S. 5-16, Arbeitspapier Forschung, F8, Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen.

Dollase, R. (2000b): Was sind temporale Muster? - Zur Phänomenologie, Forschungsgeschichte und Relevanz eines vertrauten Alltagsphänomens, in: Dollase, R.; Hammerich, K.; Tokarski, W. (Hrsg.): Temporale Muster: die ideale Reihenfolge der Tätigkeiten, S. 13-33, Leske und Budrich, Opladen.

Dollase, R.; Koch, K-C., Schraven, M. (2000): "Erst die Arbeit dann das Spiel" die systematische Reihenfolgebewertung von Tätigkeiten, in: Dollase, R.; Hammerich, K.; Tokarski, W. (Hrsg.): Temporale Muster: die ideale Reihenfolge der Tätigkeiten, S. 95-102, Leske und Budrich, Opladen.

Dörnemann, M. (2000): Mico-simulation of travel behaviour and urban transportation, in: Conference Proceedings, 9th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australien, 2-7 July 2000.

Eberling, M. (2002): Wer macht die Zeit? Gesellschaftliche Zeitstrukturen im Wandel, in: Henckel, D.; Eberling, M. (Hrsg): Raumzeitpolitik, S. 189-207, Leske und Budrich, Opladen.

Ehling J. (2001): Zeitverwendung 2001/2002 – Konzeption und Ablauf der amtlichen Statistik , in: Ehling, M.; Merz, J. u. a. (Hrsg.): Zeitbudget in Deutschland Erfahrungsberichte der Wissenschaft, S. 214-239, Band 17 der Schriftenreihe Spektrum Bundesstatistik, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Engel, U. (1998): Einführung in die Mehrebenenanalyse – Grundlagen, Auswertungsverfahren und praktische Beispiele, WV studium Band 182, Westdeutscher Verlag, Opladen, Wiesbaden.

Erke, H.; Erke, A. (2000): Mobilität als psychologische Schlüsselvariable im Mobilitätsplanungssystem MOBIPLAN, in: Dollase, R.; Erke, H.; Gärling, T. (Hrsg.): Expertisen über das Projekt Mobiplan, S. 17-84, Arbeitspapier Forschung, F8, Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen.

Erzberger, C.; Prein, G. (1997): Optimal-Matching-Technik: Ein Analyseverfahren zur Vergleichbarkeit und Ordnung individueller Lebensverläufe in: ZUMA-Nachrichten, 40, S. 52-80.

Esser, H. (1996): Soziologie Allgemeine Grundlagen, Campus Verlag, Frankfurt, New York.

Esser, H. (2001a): Soziologie Spezielle Grundlagen, Band 1: Situationslogik und Handeln, Campus Verlag, Frankfurt, New York.

Esser, H. (2001b): Soziologie Spezielle Grundlagen, Band 2: Die Konstruktion der Gesellschaft, Campus Verlag, Frankfurt, New York.

Esser, H. (2001c): Soziologie Spezielle Grundlagen, Band 6: Sinn und Kultur, Campus Verlag, Frankfurt, New York.

Ettema, D. F. (1996): Activity-based travel demand modeling, Technische Universiteit Einhoven, Faculteit Bouwkunde, Eindhoven.

Franzmann, G.; Wagner, M. (1999): Heterogenitätsindizes zur Messung der Pluralität von Lebensformen und ihrer Berechnung in SPSS, in: ZA-Informationen, H. 44, S. 75-95.

Fellendorf, M.; Haupt, T.; Heidel, U.; Scherr, W. (1997), PTV VISION, Activity-based demand forecasting in daily practice, in: Ettema, D.F.; Timmermans, H.J.P. (Hrsg.): Activity-based approaches to Travel Analysis, S. 55-72, Pergamon, Oxford.

Garhammer, M. (2001): Wie Europäer ihre Zeit nutzen: Zeitstrukturen und Zeitkulturen im Zeichen der Globalisierung, 2. unveränderte Auflage, Edition Sigma, Berlin.

Gärling, T.; Axhausen K. W.; Brydsten, M. (1996): Travel choice and the Goal/Process Utility Distinction, in: Applied Cognitive Psychology, Vol. 10, S. 65-74.

Gärling, T.; Garvill, J. (1993): Psychological explanations of participation in everyday activities, in: Gärling, T.; Golledge, R.G. (Hrsg.): Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches, S. 270-297, Elsevier Science Publishers, Amsterdam.

Gärling, T; Gillholm, R.; Romanus, J.; Selart, M. (1997): Interdependent activity and travel choices: behavioral principles of intergration of choice outcomes, in: Ettema, D.F.; Timmermans, H.J.P. (Hrsg.): Activity-based approaches to Travel Analysis, S. 135-149, Pergamon, Oxford.

Gärling, T.; Kalén, T.; Romanus J.; Selart, M. (1998): Computer simulation of household activity scheduling In: Environment and Planning A, H. 30, S. 665-679.

Gärling, T.; Kwan, M. P.; Golledge, R. G. (1994): Computational-process modelling of household activity scheduling, in: Transportation Research B, 28, S. 335-364.

Golob, T.F.; McNally, M. G. (1997): A model of activity participation and travel interactions between household heads, in: Transportation Research B, 31, S. 177-194.

Götz, K.; Jahn, T.; Schultz, I. (1997): Mobilitätsstile: ein sozial-ökologischer Untersuchungsansatz, Forschungsbericht Stadtverträgliche Mobilität 7, Forschungsverbund City:mobil, Frankfurt am Main.

Hammer, A.; Beckmann, K. J.; Hesse, M.; Holz-Rau, C.; Hunecke, M.; Kasper, B.; Schreiner, J. Schweer, I. (2003): StadtLeben- Integrierte Betrachtung von Lebensstilen, Wohnmilieus, Raum-Zeit-Strukturen und Mobilität, Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 74, S. 79-94, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Halpin, B.; Chan T. W. (1995): Class Careers as Sequences, An Optimal Matching Analysis of Work-Life Histories, in: European Sociological Review, 14 (2), S. 111-130.

Hägerstrand, T. (1970): What about people in regional science?, in: Papers of Regional Science Association, 24(1), S. 7-21.

Hanson, S.; Huff, J. (1986): Classification issues in the analysis of complex travel behaviour, in: Transportation, 13, S. 271-293.

Hanson, S.; Huff, J. O. (1988): Systematic variability in repetitious travel, in: Transportation, 15, S. 111-135.

Häußermann, H.; Siebel, W. (1995): Dienstleistungsgesellschaften, Suhrkamp Verlag, Frankfurt / Main.

HCG, Accent (1999): The value of travel time on UK roads 1994, Bericht an das Department of Transport, HCG, Den Haag.

Heidemann, C. (1981): Spatial-Behaviour Studies: Concepts and Context, in: Stopher; P.R., Meyburg; A.H.; Brög; W. (Hrsg.): New Horizons in Travel-Behaviour Research. S. 289-315, Lexington Books, Toronto.

Heller-Kemp, A.; Lipps, O. (2000): Ein Verfahren zur Bestimmung der Skelettstruktur des individuellen Verhaltens, IfV-Report Nr.00-8, Arbeitsberichte des Instituts für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Hielscher, V. (2000): Entgrenzung von Arbeit und Leben? Die Flexibilisierung von Arbeitszeiten und ihre Folgewirkungen für die Beschäftigten - Eine Literaturstudie, Discussion Paper FS II 00-201, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.

Holz-Rau, C. (1990): Bestimmungsgrößen des Verkehrsverhaltens, Heft 22, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, TU Berlin.

Holz-Rau, C.; Kutter, E. (1995): Verkehrsvermeidung. Siedlungsstrukturelle und organisatorische Konzepte, Materialien zur Raumentwicklung 73, Bonn.

Holz-Rau, C. (2000): Randwanderung und Verkehr – ein blinder Fleck in der Verkehrs-modellierung? In: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S. 205-216, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Holzapfel, H. (1980): Verkehrsbeziehungen in Städten, Heft 4, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, TU Berlin.

Huinink, J.; Wagner, M. (1998): Individualisierung und die Pluralisierung von Lebensformen, in: Friedrichs, J. (Hrsg.): Die Individualisierungs-These, S. 85-106, Leske und Budrich, Opladen.

Infratest Burke (1997): Haushaltspanel zum Verkehrsverhalten – Endbericht zum Paneljahr 1996/1997, München.

Joh, C-H.; Arentze, T. A.; Timmermans; H. J. P. (2001): A position-sensitive sequence alignment method illustrated for space-time activity-diary data, in: Environment and Planning A, 33, S.313-338.

Joh, C-H.; Arentze, T. A.; Hofman, F.; Timmermans, H. J. P. (2002): Activity pattern similarity: a multidimensional sequence alignment method, in: Transportation Research B, 36, S.385-403.

Jones, P. M. (1983): The practical application of activity-based approaches in transport planning: an assessment, in: Carpenter, S.; Jones, P. M. (Hrsg.): Recent Advances in Travel Demand Analysis, S. 56-78, Gower, Aldershot.

Jones, P. M.; Clarke M. (1988): The significance and measurement of variability in travel behaviour, in: Transportation, 15 (1), S. 65-87.

Kalfs, N., Saris, W. E. (1997): New data collection methods in travel surveys in: Ettema, D.F.; Timmermans, H.J.P. (Hrsg.): Activity-based approaches to Travel Analysis, Pergamon, Oxford.

Kagermaier, A. (1997): Siedlungsstruktur und Verkehrsmobilität - Eine empirische Untersuchung am Beispiel von Südbayern, Dortmunder Vertrieb für Bau und Planungsliteratur, Dortmund.

Kitamura, R.; Chen, C.; Pendyala, R. (1998): Generation of Synthetic Daily Activity-Travel Pattern, in: Transportation Research Record, 1607, S. 154-162.

Kitamura, R.; Supernak, J. (1997): Temporal utility profiles of activities and travel: some empirical evidence, in: Stopher, P.; Lee-Gosselin, M. (Hrsg.): Understanding Travel Behaviour in an Era of Change, S. 339-350, Pergamon, Amsterdam, Lausanne, New York u. a.

Kloas, J.; Kuhfeld, H.; Kunert, U. (2001): Dynamik des Verkehrsverhaltens im Jahresvergleich, Analyse des deutschen Mobilitätspanels (Endbericht) Projektnummer 70.557/98, Forschungsprogramm Stadtverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Berlin.

Kloas, J.; Kunert, U.; Kuhfeld, H. (1993): Vergleichende Bewertung von Haushaltsbefragungen zum Personennahverkehr (KONTIV 1976, 1982, 1989), Forschungsprojekt im Auftrage des Bundesministers für Verkehr, FE-Nr. 90361/92, Berlin.

Kluge, S. (1999): Empirisch begründete Typenbildung - Zur Konstruktion von Typen und Typologien, Leske und Budrich, Opladen.

Köhler, U.; Zöllner, R.; Emig, J.; Wermuth, M. (2001): Analyse der Anwendung von Verkehrsnachfragemodellen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 804, Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg.

Kraan, M. (1996): Time to Travel? A Model for the Allocation of Time and Money Ph. D. Thesis, University of Twente.

Krämer, S. (1992): Die Großstadt als Wohnstandort - Eine soziologische Analyse der Attraktivität großstädtischer Wohnstandorte für unterschiedliche Bevölkerungsgruppen, S. Roderer Verlag, Regensburg.

Kreitz, M. (2000): Raumbezogene Daten: Erhebung und Verwendung in Verkehrsmodellen, Arbeitspapier Forschung, F6, Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen.

Kreitz, M., Jürgens, C. (2001): Modellierung der Wohnstandortwahl und der Aktivitätennachfrage, Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 71, S. 129-149, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Kreitz, M. (2002): CHASE-GIS: Ein computergestütztes Erhebungsverfahren raumbezogener Verkehrverhaltensdaten, Berichte Stadt, Region, Land, B 48, Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr, RWTH Aachen.

Kühnel S. (1993): Zwischen Boykott und Kooperation - Teilnahmeabsicht und Teilnahmeverhalten bei der Volkszählung 1987, Empirische und methodologische Beiträge zur Sozialwissenschaft 11, Lang, Frankfurt am Main.

Kruskal, J. B. (1983): An Overview of Sequence Comparison, in: Sankoff, D.; Kruskal, J. B. (Hrsg.): Time Warps, String Edits, and Macromolecules: The Theory and Practice of Sequence Comparison, S. 1-44, Addison-Wesley, London.

Kulkarni, A.; McNally, M. G. (2000): An Activity-Based Travel Pattern Generation Model, Arbeitspapier, Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine.

Kunert, U. (1992): Individuelles Verkehrsverhalten im Wochenverlauf, Beiträge zur Strukturforschung, Heft 130, Dunker und Humboldt, Berlin.

Kutter, E. (1972): Demographische Determinanten des städtischen Personenverkehrs, Heft 9, Institut für Stadtbauwesen, TU Braunschweig.

Kutter, E. (2001): Räumliches Verhalten - Verkehrsverhalten, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 71, S. 33-46, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Kutter, E. (2003): Modellierung für die Verkehrsplanung - Theoretische, empirische und planungspraktische Rahmenbedingungen, ECTL Working Paper 21, Arbeitsbereich Verkehrssysteme und Logistik, Technische Universität Hamburg-Harburg.

Lange, H. (2001): Zur Herausforderung verschiedene Typen unter einen Hut zu bringen. Sozialwissenschaftliche Typenbildung als umweltpolitisches Problem, in: de Haan, G.; Lantermann, E-D.; Linneweber, V.; Reusswig, F. (Hrsg.): Typenbildung in der sozialwissenschaftlichen Umweltforschung, S.39 – 55, Leske und Budrich, Oladen.

Lee, M. S.; McNally, M. G. (2000): Experimenting with a computerized self-administrative activity Survey: Evaluating a Pilot Study, Arbeitspapier, Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine, http://krypton.its.uci.edu/its/Nresearch.html (01/2004).

Leutzbach, W. (2000): Das Problem mit der Zukunft: Wie sicher sind Voraussagen, Alba Fachverlag, Düsseldorf.

Levine, J. H. (2000): But what have you done for us lately? Commentary on Abbott and Tsay, in: Social Methods & Research, 29 (1) S. 34-40.

Lipps, O. (2001): Modellierung der individuellen Verhaltensvariation bei der Verkehrsentstehung, Heft 58, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Lüdtke, H. (1984): Gleichförmigkeit im alltäglichen Freizeitverhalten: Eine Analyse von Zeitbudgetdaten aus zwei norddeutschen Großstädten In: Zeitschrift für Soziologie, 13 (10), S. 346-362.

Lüdtke, H. (1990): Lebensstile als Dimension handlungsproduziertert Ungleichheit, in: Berger, P. A.; Hradil, S. (Hrsg.): Lebenslage, Lebensläufe, Lebensstile, Soziale Welt, Sonderband 7, S. 433-454, Otto Schwartz & Co, Göttingen.

Lüdtke, H. (1995): Zeitverwendung und Lebensstile: empirische Analysen zu Freizeitverhalten, expressiver Ungleichheit und Lebensqualität in Westdeutschland, Marburger Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Forschung, Heft 5, Marburg.

Mackensen, R. (1994): Mobilitätsmuster – Kommunikations- und Mobilitätsbedarf in alters- und geschlechtsspezifischer Differenzierung, in: Forschungsverbund Lebensraum (Hrsg.): Mobilität und Kommunikation in den Agglomerationen von heute und morgen, Faktoren des

Verkehrshandelns - Berichte aus den Teilprojekten, Band III/1, S. 360-424, Ernst & Sohn, Berlin.

McNally, M. G.: The Activity-Based Approach, in: Hensher, D. A.; Button, K. J. (Hrsg.): Handbook of Transport Modelling, S. 271-284, Pergamon, Amsterdam, Lausanne, New York u. a.

Mentz, H-J. (1984): Analyse von Verkehrsverhalten im Haushaltskontext, Heft 11, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau der TU Berlin.

Miller, E.; Salvini, P. (2000): The Integrated Land Use, Transportation, Environment (ILUTE) Microsimulation Modeling System: Description and Current Status, in: Conference Proceedings, 9th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australien, 2-7 July 2000.

Mokhtarian, P. L.; Salomon, I. (2001): How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations, in: Transportation Research A, 35, S. 695-719.

Pas, E. I. (1980): Towards the understanding of urban travel behavior through the classification of daily urban / activity patterns, Ph.D. dissertation, Northwestern University, Evanston, IL.

Pas, E. I. (1983): A flexible and integrated methodology for analytical classification of travel activity behaviour, in: Transportation Science, 17, S. 405-429.

Pas, E. I. (1984): The effect of selected sociodemographic characteristics on daily travel-activity behavior, in: Environment and Planning A, 18, S. 571-581.

Pas, E. I. (1987) Intrapersonal variability and model goodness-of-fit, in: Transportation Research A, 21(6), S. 431-438.

Pas, E. I. (1988): Weekly travel-activity behavior, in: Transportation, 15, S. 88-109.

Pas, E. I.; Koppelmann, F. S. (1986): An examination of the determinants of day-to-day variability in individurals' urban travel behavior, in: Transportation, 13, S. 183-200.

Pas, E. I.; Sundar, S. (1995): Intrapersonal variability in daily urban travel behaviour: Some additional evidence, in: Transportation, 22, S. 135-150.

Paulußen, U. (1992): Möglichkeiten und Grenzen der monetären Bewertung von projektbedingten Reisezeitersparnissen im nicht-gewerblichen Personenverkehr und deren Berücksichtigung bei der Planung von Verkehrswegen, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät, Universität Köln.

Pendyala, R. M. (2000): Measuring Day-to-Day Variability in Travel Behaviour Using GPS Data, Final Report, US Department of Transportation – Federal Highway Administration (FHWA), DTFH61-99-P-00266, http://www.fhwa.dot.gov/ohim/gps/index.html (05/2003).

Pischner, T.; Schaaf, B. (1998): Untersuchungen über die Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Verkehrssystem, Teil A – Literaturanalyse und Untersuchungskonzept, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 748, Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg.

Recker, W. W.; Root, G. S.; McNally, M. G. (1980): Empirical Analysis of Household Activity Pattern, Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine.

Recker, W. W.; McNally, M. G.; Root, G. S. (1985): Travel/activity analysis Pattern recognition, classification and interpretation, in: Transportation Research A, 19 (4), S. 279-296.

Richardson, A. J.; Ampt, E. S.; Meyburg, A. (1995): Survey Methods for Transport Planning, Eucalyptus Press, Melbourne.

Rindsfüser, G.; Doherty S.: Konzept, Module und Datenerfordernisse für SMART – Simulationsmodell des Aktivitäten-(Re)Planungsprozesses, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S. 109-129, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Rohwer, G.; Pötter, U. (2000): Methoden der Datenkonstruktion, Skripte zu Methodenlehre, II, Fakultät für Sozialwissenschaft, Ruhr Universität Bochum.

Rohwer, G.; Pötter, U. (2002): TDA Users´s Manual, Fakultät für Sozialwissenschaft, Ruhr Universität Bochum.

Schadt, H.; Funke, C.; Rommerskirchen, S.; Vödisch, M. (2001): Konstanz und Variabilität des Mobilitätsverhaltens im Wochenverlauf - Studie auf der Basis des deutschen Mobilitätspanels (Schlussbericht), Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, Bonn / Berlin.

Schaeper, H. (1999): Erwerbsverläufe von Ausbildungsabsolventinnen und - absolventen - eine Anwendung der Optimal-Matching-Technik, Arbeitspapier Nr. 57, Sonderforschungsbereich 186 Stauspassagen und Risikolagen im Lebensverlauf, Universität Bremen, http://www.sfb186.uni-bremen.de/frames/literatur.html (09/2003)

Schäfers, B (2001): Grundbegriffe der Soziologie, UTB für Wissenschaft, 1416, Leske und Budrich, Opladen.

Schlich, R. (2001): Measurement issues in identifying variability in travel behaviour, Arbeitsberichte Verkehrs und Raumplanung, 66, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich, Zürich.

Schlich, R. (2003): Homogenous groups of travellers, Conference Proceedings, 10th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Lucerne, Switzerland, 10-14 August 2003, http://www.ivt.baum.ethz.ch/allgemein/iatbr2003.html (10/2003).

Schlich, R.; König A.; Axhausen, K. W. (2000): Stabilität und Variabilität im Verkehrsverhalten, Straßenverkehrstechnik, 44 (9), S. 431-440.

Schmiedel, R. (1984): Bestimmung verhaltensähnlicher Personenkreise für die Verkehrsplanung, Heft 18, Institut für Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe.

Schmitz, S. (2001): Revolutionen der Erreichbarkeit – Gesellschaft, Raum und Verkehr im Wandel, Stadtforschung aktuell, Band 83, Leske und Budrich, Opladen.

Schnell, R.; Hill, P.; Esser, E. (1992): Methoden der empirischen Sozialforschung, 3. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, Wien.

Schönfelder, S.; Axhausen, K. W. (2000): Periodizität im Verkehrsverhalten: Erste Ergebnisse mit Überlebenszeitmodellen, in: Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S.131-144, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Schultz, I. (1997): Probleme der Erfassung des Verkehrsverhaltens: Kritik an der KONTIV, Forschungsverbund City:mobil, Frankfurt am Main.

Schulze, H. (1999): Lebensstil, Freizeitstil und Verkehrsverhalten 18- bis 34 jähriger Verkehrsteilnehmer, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft M103, Bergisch-Gladbach.

Simma, A. (2000): Wechselbeziehungen zwischen Lebensformen, räumlichen Strukturen und Verkehrsverhalten, Dissertation an der Universität Innsbruck, Innsbruck.

Smid, M.; Follmer, R, Engelhardt, K.; Kunert, U.; Kloas, J.; Kuhfeld, M. (2001): KONTIV 2001 Kontinuierliche Erhebung zum Verkehrsverhalten – Methodenstudie, Projektnummer 70.631/2000, Forschungsprogramm Stadtverkehr des Bundesministeriums für Verkehr, Bau-

und Wohnungswesen, http://www.kontiv2002.de/pdf/Methodenstudie_Endbericht.pdf. (01/2004).

Snellen, D. (2001): Urban form and activity-travel patterns an activity-based approach to travel in spatial context, Technische Universiteit Eindhoven, Faculteit Bouwkunde.

Stadler, K. (1985): Rating-Skalen für die praktische Sozialforschung - Ein Kurzbericht, in: Kaase, M.; Küchler, M. (Hrsg.): Herausforderungen der Empirischen Sozialforschung, S. 212-21, ZUMA e.V., Mannheim.

Sparman, U. (1980): ORIENT- Ein verhaltensorientiertes Simulationsmodell zur Verkehrsprognose, Heft 20, Institut für Verkehrswesen, Universität Karlsruhe.

Spellerberg, A. (1996): Soziale Differenzierung durch Lebensstile. Eine empirische Untersuchung zur Lebensqualität in West- und Ostdeutschland, Edition Sigma, Berlin.

SPSS (1998): Answer Tree™ 2.0 Benutzerhandbuch, SPSS Inc., München.

Stopher, P.; Matcalf, R (2000): Alloaction of time to activities and household members: results from four urban areas in: Conference Proceedings, 9th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Gold Coast, Queensland, Australien, 2-7 July 2000.

Supernak, J. (1992): Temporal utility profiles of activities and travel: uncertainty and decision making, in: Transportation Research B, 26 (1), S. 61-76.

Tacken, M. (2003): Temporal aspects of the out-of-home activities of elderly people, Conference Proceedings, 10th International Association for Travel Behaviour Research (IATBR) Conference, Lucerne, Switzerland, 10-14 August 2003, http://www.ivt.baum.ethz.ch/allgemein/iatbr2003.html (10/2003).

Theobald, A. (2000): Das World Wide Web als Befragungsinstrument, Gabler Edition Wissenschaft: Interaktives Marketing, Deutscher Universitäts-Verlag.

Trauer, H.J. (1991): Zur Genauigkeit schriftlicher Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten, in: Holz-Rau, C.; Kutter, E.; Verkehrsverhalten in der DDR und der BRD, Erhebungs-methoden und Ergebnisse, Heft 23, S. 33-60, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, TU Berlin.

Tourangau, R.; Zimowski, M. ; Ghadliay, R. (1997): An Introduction to Panel Surveys in Transportation Research, Federal Highway Administration, Washington D.C. http://tmip.fhwa.dot.gov/clearinghouse/docs/surveys/panel_surveys (09/2003).

Tutz, G. (2000): Die Analyse kategorialer Daten, Lehr- und Handbücher der Statistik, Oldenbourg Verlag, München, Wien.

Urban, D. (1993): Logit-Analyse - Statistische Verfahren zur Analyse mit qualitativen Response Variablen, Fischer Verlag, Stuttgart.

Vogt, W.; Lenz, M.; Kalter, F.; Dobeschinsky, H.; Breuer, P. (2001): Tägliches Fernpendeln und sekundär induzierter Verkehr, Heft V 88, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch-Gladbach.

Volkmar, H. F. (1984): Räumliche und zeitliche Aktivitätschancen - Kriterien für die Beurteilung von Erreichbarkeitsverhältnissen in der Verkehrsplanung, Heft 14, Institut für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau der TU Berlin.

Wang, R-M. (1997): An Activity-Based Trip Generation Model, Ph.D. Dissertation, Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine, CA.

Wegner, M.; Fürst, F. (1999): Land-Use Transport Interaction: State of the Art, Berichte aus dem Institut für Raumplanung, Heft 46, Institut für Raumplanung, Universität Dortmund.

Werlen, B. (2000): Sozialgeographie: eine Einführung, Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien.

Wermuth, M. (1980): Struktur und Effekte von Faktoren der individuellen Aktivitätennachfrage als Determinanten des Personenverkehrs, Verlag Bock und Herchen, Bad Honnef.

Weymann, A. (2001): Interaktion, Sozialstruktur und Gesellschaft, in: Joas, H. (Hrsg.): Lehrbuch der Soziologie, Campus Verlag, Frankfurt, New York.

Widmer P.; Axhausen, K. W., (2001): Aktivitäten-orientierte Personenverkehrsmodelle (Vorstudie), Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, Forschungsauftrag Nr. 46/99 auf Antrag der Vereinigung Schweizerischer Verkehrsingenieure (SVI), Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung, 70, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau (IVT), ETH Zürich.

Wilson, C. (1998): Activity pattern analysis by means of sequence alignment methods, in: Environment and Planning A, 30, S. 1017-1038.

Wolf, K.; Scholz, C. M. (1999): Neue Zeitverwendungsstrukturen und ihre Konsequenzen für die Raumordnung, Forschungs- und Sitzungsberichte, Band 207, Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Verlag der ARL, Hannover.

Wulfhorst, G.; Hunecke, M. (2000): Modellkonzept und empirische Untersuchung zum Zusammenhang von Lebensstil, Standortwahl und Verkehrsnachfrage, Schriftenreihe Stadt, Region, Land, 69, S. 157-170, Institut für Stadtbauwesen (Hrsg.), RWTH Aachen.

Wu, L. L. (2000): Some comments on sequence analysis and optimal matching methods in sociology: Review and prospect, in: Social Methods & Research, 29 (1), S. 41- 64.

Zängler, T.W. (2000): Mikroanalyse des Mobilitätsverhaltens in Alltag und Freizeit, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York u. a.

Zimmermann, A.; Axhausen, K. W.; Beckmann, K. J.; Düsterwald, M.; Fraschini, E.; Haupt, T., König, A.; Kübel, G.; Rindsfüser, G.; Schlich, R.; Schönfelder, S.; Simma, A. ; Wehmeier, T. (2001): Mobidrive: Dynamik und Routinen im Verkehrsverhalten: Pilotstudie Rhythmik (Technischer Bericht), Bericht an das Bundesministerium für Forschung und Technologie, PTV AG, Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau, ETH Zürich und Institut für Stadtbauwesen, RWTH Aachen, Karlsruhe, Zürich und Aachen.

Zumkeller, D. (1989): Ein sozialökologisches Verkehrsmodell zur Simulation von Maßnahmewirkungen, Heft 46, Instituts für Stadtbauwesen, TU Braunschweig.

Zumkeller, D.; Blechinger, W.; Chlond, B.; Seitz, H.; Axhausen, K. W.; Maanen, T. V. (1994): Paneluntersuchung zum Verkehrsverhalten, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 688, Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bonn- Bad Godesberg.

Zumkeller, D.; Seitz, H. (1993): Aufbereitung vorhandener Daten für Verkehrsplanungszwecke als Ersatz für neue Befragungen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 642, Bundesministerium für Verkehr (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg

.

ANHANG A: GLOSSAR

abhängige Variable	Merkmal, das von einer oder mehreren →*unabhängigen Variablen* beeinflusst wird
Aktivität / Tätigkeit	bedeutungsvolle Interaktion mit Menschen und/oder Dingen in einem gleich bleibenden sozialen und räumlichen Umfeld
Aktivitätskette	Beschreibung der Abfolge von →*Aktivitäten*, die von einer Person innerhalb eines bestimmten →*Makrozeitabschnittes* ausgeübt werden, in der Sequenzform der →*Ereignisreihe*
Ausprägung	verschiedene Werte, die eine →*Variable* annehmen kann
biologische Distanz	Abbildungsmaß der →*Sequenzvergleichsanalyse,* darauf basierend eine Quell- in eine Zielsequenz durch Repositionierungs- und Austauschvorgänge der Zustände zu transformieren und diesen Aufwand zu quantifizieren
CHAID-Analyse	**Ch**i-squared **A**utomatic **I**nteraction **D**etector →*multivariates* statistisches Verfahren (→ *exploratives Verfahren*), das die Menge der Objekte, Zustände usw. anhand von Merkmalswertesets vorgegebener kategorialer →*unabhängiger Variablen* hierarchisch in Segmente aufteilt, die sich in Bezug auf die Zielvariable (→*abhängige Variable*) möglichst signifikant unterscheiden (graphische Darstellung der Ergebnisse: Baumdiagramm)
CHASE	**C**omputerized **H**ousehold **A**ctivity **S**cheduling **E**lictor Computergestützte Software für Haushaltsbefragungen zur Erfassung des →*Zeitplanungsverhaltens*
Chi-Quadrat-Testverfahren	Klasse statistischer Testverfahren zur Analyse von Häufigkeitsverteilungen, bei denen die empirischen mit den erwarteten Häufigkeitsverteilungen verglichen werden, um beispielsweise die Signifikanz - des Zusammenhangs von zwei →*nominal* skalierten Variablen mit Hilfe einer →*Kreuztabellenanalyse* oder - einzelner Parameter oder gesamter Parametergruppen im Rahmen von →*Maximum-Likelihood-Schätzungen*, mit Hilfe von →*Likelihood-Verhältnistests* zu überprüfen
CSAQ	Computerized Self-Administered Questionnaire Computergestützte Erhebungsmethoden ohne Anwesenheit eines Befragers beim Interview
Clusteranalyse	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-erkennend*), das Objekte einer gegebenen Objektmenge systematisch klassifiziert (→*Segmentierung*)
Dauerreihen	Darstellungsweise einer temporalen Abfolge von Ereignissen (Zuständen, Episoden), deren Dauer als beschreibende Größe angegeben ist
Dendrogramm	graphische Darstellung des Ergebnisses einer hierarchischen →*Clusteranalyse*, die über die Anzahl der bedeutsamen Cluster (Klassen usw.) informiert
Diskriminanzanalyse	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-prüfend*), das aufgrund der linearen Gewichtung eines Merkmalswertesets →*unabhängiger Variablen* zu einer maximalen Trennung der untersuchten Kategorien *(→abhängige Variablen)* führt
diskriminierende Erklärungsgröße (Prädiktor)	→*unabhängige Variable*, deren verschiedene →*Ausprägungen* starke Trennwirkung in Bezug auf die →*abhängige Variable* aufweisen
Distanzmatrix	Zusammenfassung aller paarweisen Distanzen von Objekten (z. B. Wege-Aktivitätenmuster) zu einer Matrix, die quadratisch ist, symmetrisch ist und in der Hauptdiagonalen nur Nullen enthält
Einstellung	latenter subjektiver Zustand, der zwischen der objektiven Situation und dem inneren (covert) oder äußeren (overt) Handeln der Person vermittelt

Ereignisdauerreihen	Darstellungsweise einer temporalen Abfolge von Zuständen (Ereignissen, Episoden) innerhalb eines →*Makrozeitabschnittes* mit bekannter Dauer und zeitlicher Lage
Ereignisreihen	Darstellungsweise einer temporalen Abfolge von Zuständen (Ereignissen, Episoden) innerhalb eines →*Makrozeitabschnittes,* ohne Information über deren Dauer und zeitliche Lage zu enthalten
Etappe	Bewegung mit derselben Fortbewegungsart zwischen zwei Punkten (inkl. Wartezeit)
F-Test	statistisches Testverfahren zur Überprüfung, ob und inwieweit die Differenz zwischen zwei Stichprobenvarianzen signifikant ist, ausgehend davon, dass die Unterschiede in den Varianzen beider Stichproben zufallsbedingt sind und beide aus Grundgesamtheiten mit identischen Varianzen stammen
Faktorenanalyse	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-erkennend,* →*Verfahren der Repräsentation*), das eine größere Anzahl von →*Variablen* auf eine kleinere Anzahl (sogenannte `Faktoren´) reduziert, wobei untereinander stark korrelierende Variablen zusammengefasst werden
Fehlerquadratsumme	Fusionskriterium der →Ward-Methode, das auch als Varianzkriterium bezeichnet wird
Freiheitsgrad	Anzahl der bei einer Berechnung eines stat. Kennwertes frei variierbaren Werte
G-Wert	berechneter Wert des →*-Likelihood-Ratio-Tests*
geometrische Distanz	Abbildungsmaß der →*Sequenzvergleichsanalyse,* darauf basierend die Distanzen der Zustände an gleicher / benachbarter Position beider Sequenzen zu bestimmen und durch Summenbildung die Sequenzdistanz zu berechnen
Grundgesamtheit	Menge der Objekte, für die die Aussagen einer Untersuchung gelten sollen
Gültigkeit (Validität)	Kriterium dafür, dass eine wissenschaftliche Untersuchung misst, was sie beabsichtigt zu messen
Hauptaktivität	→*Aktivität* mit dem größten zeitlichen Umfang innerhalb eines →*Makrozeitabschnittes*
Hauptverkehrsmittel	maßgebendes Verkehrsmittel eines →*Weges*
Identifikation	vgl. →*strukturen-prüfend*
Interaktionseffekte	Wechselwirkungen zwischen →*unabhängigen Variablen*
interpersonelle Variabilität im Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten	Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten zwischen Personen bezogen auf einen betrachteten →*Makrozeitabschnitt*
intrapersonelle Variabilität im Aktivitäten-(Verkehrs-)-verhalten	Unterschiede im Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten einer Personen bezogen auf zu vergleichende →*Makrozeitabschnitte* (Tag zu Tag, Woche zu Woche usw.)
Intervallreihe	Darstellungsweise einer temporalen Abfolge von Ereignissen (Zuständen, Episoden) innerhalb eines →*Makrozeitabschnittes* mit bekannter Dauer und zeitlicher Lage, wobei die Sequenz in Zeitintervalle Δt gleicher Länge unterteilt ist
Intervallskala	Skalenniveau, dessen Messwerte nicht nur die Rangordnung der Merkmals-ausprägungen widerspiegeln, sondern auch die Größe der Merkmals-unterschiede (nebeneinander liegende Punkte einer Intervallskala sind äquidistant)
Irrtumswahrscheinlichkeit	Wahrscheinlichkeit, dass das gefundene Ergebnis oder extremere Ergebnisse bei Gültigkeit der Nullhypothese eintreten (→*Signifikanzniveau*)
Kognition	handlungsorientierte Denkvorgänge
Konfidenzintervall	geschätzter Wertebereich der →*Stichprobe*, der den wahren Parameter der →*Grundgesamtheit* mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit enthält
Kontexteffekte	Einfluss eines Kontextmerkmals auf individuelle Merkmale (→*Mehrebenenanalyse*)

Korrelationsanalyse	statistisches Verfahren zur Überprüfung eines regelmäßigen Zusammenhangs zwischen zwei →*Variablen*
Kreuztabellenanalyse	Verfahren zur Überprüfung, ob zwischen zwei nominalskalierten Merkmalen ein Zusammenhang besteht (Darstellungsform der paarweisen Häufigkeits-verteilungen von zwei nominalskalierten Merkmalen)
Levensthein Algorithmus	Rechenvorschrift, welche die minimale →*biologische Distanz* zwischen zwei Sequenzen findet
Likelihood-Ratio-Test (LR-Test)	Testverfahren zum Vergleich von →*Logit-Modellen* auf der Grundlage des →*Maximum-Likelihood Schätzverfahrens* durch Vergleich jeweils von zwei Logit-Modellen: ein Ausgangsmodell, welches i.a. mehrere Modellparameter enthält, und ein Vergleichsmodell, in welchem einem oder mehreren dieser Parameter Restriktionen (z. B. alle Parameter werden auf null gesetzt, ein Parameter wird auf null gesetzt) auferlegt werden
Lineares Struktur-gleichungsmodell	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-prüfendes Verfahren)*, um a-priori formulierte Kausalhypothesen zur Erklärung von Merkmalszusammenhängen anhand von empirischen Daten zu überprüfen
Makrozeitabschnitt	definierter Zeitausschnitt (Tag, Woche usw.), innerhalb dessen Zustände (Aktivitäten, Ortsveränderungen) angeordnet sind
Maximum-Likelihood (Schätz-)Methode	Verfahren zur Schätzung der Parameter einer Verteilung aus Stichproben-werten, so dass die Wahrscheinlichkeit der Stichprobenwerte maximal ist
Mehrebenenanalyse	Untersuchungsansatz, zur gemeinsamen Analyse von Daten unterschiedlicher Aggregierungsniveaus - beispielsweise Daten von Individuen und der Kontexte, in denen diese leben
Messen	Zuordnung von Zahlen (den Messwerten) zu bestimmten Objekten anhand bestimmter Regeln, wobei das Skalenniveau angibt, wie man diese Zahlen interpretieren darf, und damit auch, welche Operationen mit den Zahlen sinnvoll sind
Methodologie	Teilgebiet der Wissenschaftstheorie, das die Vorgehensweise bei wissenschaftlichen Untersuchungen analysiert
Monte-Carlo-Methode (MCS)	Erzeugung einer →*Stichprobe* mit Hilfe von Zufallszahlen, wobei die Simulationsstichprobe gegenüber einer Basisstichprobe eine große Anzahl an Objekten enthält und die Verteilungen der zugrundeliegenden Zufallszahlen und die Sollverteilung der Ausprägungen der Basisstichprobe übereinstimmen
Multi-Dimensionale-Skalierung (MDS)	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-prüfendes Verfahren, Repräsentation)*, das zur Darstellung von Ähnlichkeiten zwischen Objekten in einem mehrdimensionalen Raum dient, wobei eine räumliche Darstellung der Objekte gesucht wird, in der die Objektdistanzen bestmöglich mit den aus den Paarvergleichen ableitbaren Objektunähnlichkeiten übereinstimmen
Multinomiales Logit-Modell (MNL-Modell)	→*multivariates* statistisches Verfahren (→*strukturen-prüfendes Verfahren)*, das als diskretes Wahlmodell mit mehreren Auswahlalternativen die Wahr-scheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einer Kategorie der →*abhängigen Variablen* in Abhängigkeit der Merkmalswerte →*diskriminierender Erklärungsgrößen* stochastisch nachbildet
multivariate Analyse	Verfahren zur statistischen Analyse von mindestens drei Merkmalen (Variablen), die in →*strukturen-prüfende Verfahren* und →*strukture-erkennende Verfahren* zu unterscheiden sind
Nettostichprobe	alle Personen einer →*Stichprobe*, die befragt werden konnten
Nominalskala	Skalenniveau, dessen Messwerte ausschließlich eine klassifikatorische („namengebende") Funktion haben (Objekte mit gleichen Merkmalsaus-prägungen haben gleiche Zahlen und mit verschiedenen Merkmalsausprägung erhalten verschiedene Zahlen), wobei eine Nominalskala nur Aussagen über Gleichheit von Objekten erlaubt

Normalarbeitszeit	Vollzeitbeschäftigung mit einer wöchentlichen Arbeitszeit zwischen 35 und 40 Stunden, die sich auf 5 Tage verteilt, in der Lage nicht variiert und montags bis freitags tagsüber ausgeübt wird
Objektivität	Kriterium dafür, dass eine Unabhängigkeit von der handelnden Person vorliegt
Operationalisierung	Angabe einer Anweisung, wie Sachverhalte, die der Begriff bezeichnet, gemessen werden können
Optimal Matching Technik	→ *Sequenzvergleichsverfahren* auf der Basis des →*Levensthein-Algorithmus*
Orientierung	Umwandlung einer objektiven →Situation wird in eine subjektive →Situation indem die Handlungsalternativen mit individuellen Wertigkeiten versehen werden
p-Wert	→*Irrtumswahrscheinlichkeit,* mit der man gerade noch die Nullhypothese widerlegen kann: $p < \alpha$:Nullhypothese widerlegt, $p > \alpha$: Nullhypothese bestätigt (α →*Signifikanzniveau*)
Panel	Untersuchungsform, bei der in bestimmten zeitlichen Abständen für dieselben Objekte mindestens zweimal dieselben Merkmale erhoben werden
Repräsentation	Darstellung von Objekten durch Punkte im 2- oder 3-dimensionalen Raum, wobei Ähnlichkeitsbeziehungen durch räumliche Nähe zum Ausdruck kommen sollen
Regressionsanalyse	Klasse von statistischen Verfahren (→*strukturen-prüfende Verfahren*) zur Vorhersage von Merkmalswerten einer *abhängigen Variablen* anhand von Ausprägungen einer oder mehrerer →*unabhängigen Variablen*
ϕ-Koeffizient	Maßzahl zur Prüfung der Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei →*nominal* skalierten Variablen im Rahmen der →*Kreuztabellenanalyse* auf Basis des →*Chi-Quadrat-Testverfahrens*
Produkt-Moment-Korrelation	Zusammenhangsmaß für metrische →*Variablen*
Pseudo-R^2	Maßzahl, zur Bewertung der Güte von →*Logit Modellen* auf der Grundlage des →*Maximum-Likelihood Schätzverfahrens* durch Vergleich zweier Logit-Modelle: das vollständige Modell (Ausgangsmodell) und das Nullmodell (Vergleichsmodell)
qualitative Merkmale	alle Ausprägungen eines Merkmals werden intuitiv durch reele Zahlen benannt
quantitative Merkmale	die Ausprägungen des Merkmals werden intuitiv durch Worte oder Begriffe nicht aber durch Zahlen wiedergegeben (nominale Merkmale, ordinale Merkmale)
Rating-Verfahren	Messverfahren zur Beurteilung von Merkmalen auf einer Rating-Skala, mit der die Intensität (und nicht nur das Vorhandensein oder Fehlen) der Ausprägung dieser Merkmale erfasst werden soll und die erzeugten Daten meist als Werte einer →*Intervallskala* interpretiert werden
Reise	geschlossene Abfolge von →*Ortsveränderungen*, die an der Wohnung beginnt und zur Wohnung zurückführt und zum Zwecke einer oder mehrerer →*Aktivitäten* unternommen wird
Repräsentativität	Kriterium dafür, dass die Zusammensetzung einer →*Stichprobe* mit der Zusammensetzung der →*Grundgesamtheit*, aus der sie stammt, übereinstimmt
Segmentierung	Zusammenfassung von Objekten zu homogenen Klassen aufgrund von Ähnlichkeiten in wichtigen Merkmalsbereichen
Sequenz	(chronologische) Abfolge von Zuständen, Ereignissen usw.
Sequenzabstand	Maß für die (Un-)ähnlichkeit zweier →*Sequenzen*
Sequenzform	Darstellungsweise der →*Sequenzen*
Sequenzvergleichsanalyse	Klasse von Verfahren, zur Ermittlung des paarweisen →*Sequenzabstandes*

signifikantes Ergebnis (Signifikanz)	Zugehörigkeit zu einer Ergebnisklasse, deren Wahrscheinlichkeit bei Gültigkeit der Nullhypothese kleiner als ein vorher festgelegtes →*Signifikanzniveau* ist
Signifikanzniveau (α-Fehler- Niveau)	→*Irrtumswahrscheinlichkeit*, die ein Untersuchungsergebnis maximal aufweisen darf, damit die Alternativhypothese als bestätigt gelten kann
Situation	Menge aller Handlungsspielräume und Zwänge für Personen
Standardfehler	Streuung von Stichprobenkennwerten um den wahren Wert des gesuchten Parameters in der →*Grundgesamtheit*, die aus den Stichprobendaten geschätzt wird (abhängig von Varianz der Messwerte in der →*Grund-gesamtheit* und vom Umfang der Stichprobe)
Stichprobe (Sample)	Auswahl aus einer →*Grundgesamtheit*
strukturelles Skelett	identische Abfolgen von Zuständen in →*Sequenzen* (Abfolgeähnlichkeit)
strukturen-erkennende Verfahren	Klasse von statistischen Verfahren, die zur Aufdeckung von Abhängigkeiten bzw. Kausalbeziehungen von Merkmalen dienen, wobei die →*Ausprägungen* einer →*abhängigen Variablen* werden durch bestimmte Sets von →*Ausprägungen* anderer →*unabhängiger Variablen* bedingt werden (Dependenzanalyse)
strukturen-prüfende Verfahren	Klasse von statistischen Verfahren, die zur Aufdeckung von Zusammenhängen bzw. wechselseitigen Abhängigkeiten von Merkmalen dienen, wobei Objekte bzw. Merkmale so zusammenzufassen sind, dass die wesentliche „Information“ der Daten erhalten bleibt und übersichtlich vermittelt werden kann (Interdependenzanalyse)
Tagesaktivitätskette	Ereignisreihe, die als chronologische Abfolge alle Aktivitäten A, die durch Angabe des Aktivitätstyps gekennzeichnet sind, innerhalb eines Tages umfasst und dadurch die Grobstruktur individueller Tagesabläufe repräsentiert
temporales Muster	zeitliche Abfolge von →*Tätigkeiten* und →*Ortsveränderungen* innerhalb eines →*Makrozeitabschnittes*
Theorie	systematischer Versuch zu erklären, wie zwei oder mehr Phänomene zusammenhängen
Tranformations-aufwandswerte	a-priori zu definierende Gewichtungsparameter zur inhaltlichen Ausrichtung der →*Optimal Matching Technik*, welche den Aktionen des Verfahrens zuordnet werden, um eine Sequenz in eine andere umzuwandeln
Typologie (Klassifikation)	vollständige Zuordnung von Objekten zu verschiedenen sich gegenseitig ausschließenden Typen (Klassen): - empirische Klassifikation: Zerlegung einer Grundgesamtheit als Träger von Merkmalen in Typen, die eine interne Homogenität und eine externe Heterogenität aufweisen sollen, nach einem gewählten Kriterium (z. B. →*Fehlerquadratsumme*) - a-priori Klassifikation / konstruierte Klasen: Festlegung von Typen nach theoretischen Gesichtspunkten (logische Überlegungen, planungsspezifische Sachzwänge usw.)
Umwelt	Gegebenheiten institutionell-kulturell, sozialer und (verkehrs-) infra-struktureller Art auf Makroebene mit kollektivem Charakter („Außenwelt“)
unabhängige Variable	*unabhängige Variablen (*Prädiktoren) beeinflussen eine oder mehrere →*abhängige Variablen*
Variable	Merkmal, das verschiedene →*Ausprägungen* annehmen kann
Varianzanalyse	Klasse von statistischen Verfahren (→*strukturen-prüfendes Verfahren*) zur Überprüfung von Unterschiedshypothesen, wobei die →*nominalen →unabhängigen Variablen* eine Klassenstruktur der Untersuchungs-objekte bedingen und zu überprüfen statistischer Tests ist, ob sich im →*abhängigen Merkmal* signifikante Gruppenunterschiede zeigen

verhaltenshomogene (verhaltensorientierte) Personenkategorie	a-priori Klassifikation von Personen anhand von Merkmalswertesets definierter Variablen, wobei die Abweichungen des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens innerhalb der Kategorien kleiner als zwischen diesen Kategorien sein soll
Verkehrsnachfragemodell	Ansatz bzw. math. Vorschrift zur Abbildung des Entstehungsprozesses des Personenverkehrsgeschehens, um vorherzusagen wer-wohin-womit-wolang unterwegs ist
Wald-Test	statistisches Testverfahren, das häufig im Bereich von →*Maximum-Likelihood Schätzungen* eingesetzt wird
Ward-Methode	hierarchisches Verfahren zur Fusionierung von Objekten , das zur →*Cluster-analyse* gehört
Weg, Ortsveränderung	Bewegung zwischen zwei Aktivitätsstandorten mit einer oder mehreren Beförderungsarten als →*Etappe* oder kontinuierliche Abfolge von →*Etappen*
Wege-Aktivitätskette	Beschreibung der Abfolge von →*Ortsveränderungen* und →*Aktivitäten*, die von einer Person innerhalb eines bestimmten → *Makrozeitabschnittes* ausgeübt werden, als temporales Muster in der Sequenzform der →*Ereignisreihe*
Wegekette	Beschreibung der Abfolge von →*Ortsveränderungen*, die von einer Person innerhalb eines bestimmten → *Makrozeitabschnittes* ausgeübt werden, als →*temporales Muster* in der Sequenzform der →*Ereignisreihe*
Welle	einzelne Befragung im Rahmen des →*Panels*, bei der jeder Teilnehmer zu einen bestimmtem Zeitpunkt befragt wird
willkürliche Auswahl	Auswahl aufs Geradewohl im Ermessen des Interviewers, das weder durch den Zufall noch durch einen vorher festgelegten Auswahlplan gesteuert wird
Wege-Aktivitätenmuster	Beschreibung der Abfolge von →*Ortsveränderungen* und →*Aktivitäten*, die von einer Person über einen bestimmten →*Makrozeitabschnitt* ausgeübt werden, als →*temporales Muster* in der *Sequenzform* der →*Ereignisdauerreihe* oder →*Intervallreihe*
Wege-Aktivitätenmuster-Typ	Menge (Segment, Klasse, Cluster usw.) von →*Wege-Aktivitätenmustern* mit ähnlichen Charakteristika (Arten, Dauern, Zeiten, Abfolgen usw. von →*Aktivitäten* und →*Ortsveränderungen*)
Wege-Aktivitätenmuster-Typologie	→*Typologie* bestehend aus →*Wege-Aktivitätenmuster-Typen*
Wege-Aktivitätsprofil	Darstellung des Aktivitäten-(Verkehrs-)verhaltens in Form einer aggregierten Zustandsverteilung durch Abtrag kumulierter Zeitanteile wege- und aktivitätenbezogener Zustände, die in Zeitintervallen zusammengefasst sind, über der horizontalen Achse des → *Makrozeitabschnittes*
Zeitplanungsverhalten (covertes Handeln)	individueller Prozess der Organisation und Re-(organisation) von →*Aktivitäten* und →*Ortsveränderungen* im Alltagsverhalten durch deren Planung, Anpassung und Realisierung
Zufallsstichprobe	Auswahlverfahren, das sicherstellt, dass jedes Objekt einer →*Grund-gesamtheit* mit gleicher Wahrscheinlichkeit in der →*Stichprobe* vertreten ist
Zustandselement-komposition	Zusammensetzung einer →*Sequenz* mit identischen und unterschiedlichen Zuständen
Zuverlässigkeit (Reliabilität)	Kriterium dafür, dass eine Untersuchung die gleichen Resultate reproduziert, wenn sie von demselben oder einem anderen Forscher wiederholt wird

ANHANG B: NOTATION

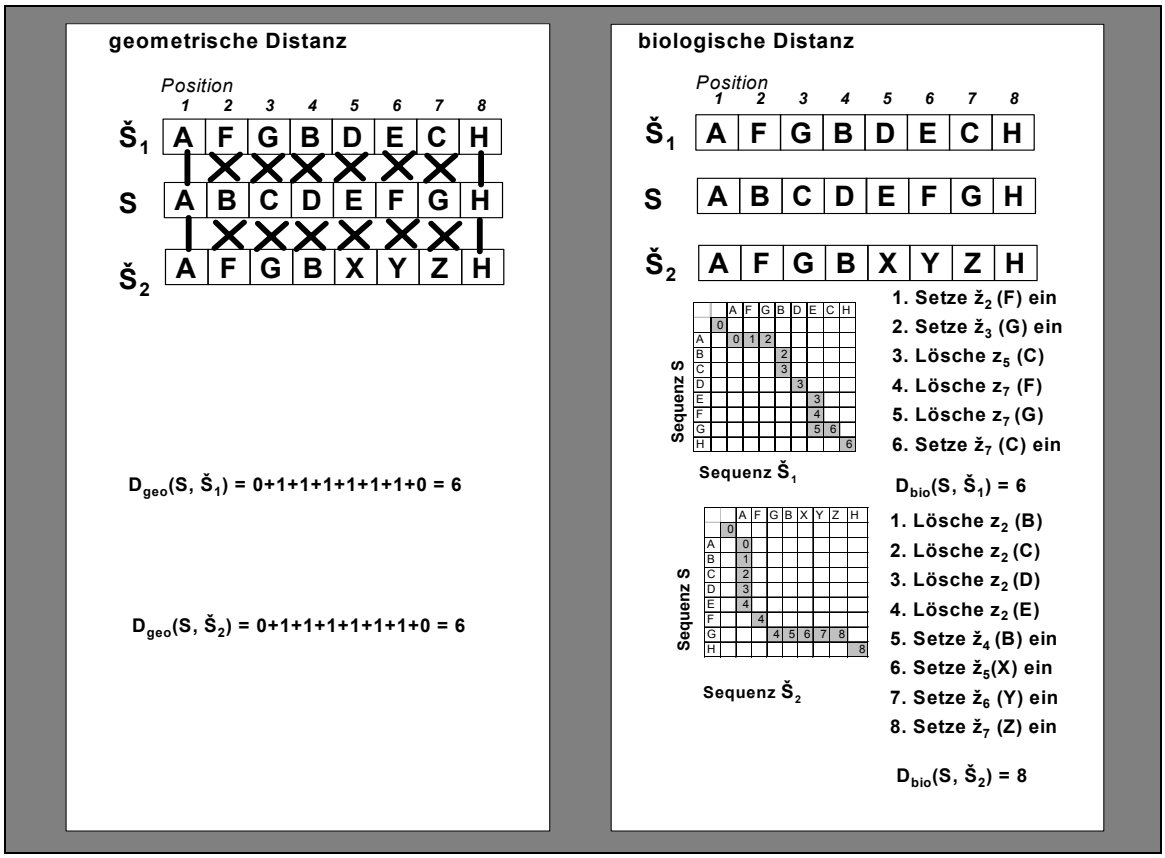
	Notation	Erläuterung der Notation
Handlungen: Aktivitäten-(Verkehrs-)verhalten		
Merkmal	y^X, a^X, w^X, wa^X	y: Handlungstyp (a: Aktivität, w: Weg, wa: Weg-Aktivitäts-Folge) x: Merkmalstyp (Art der Aktivität, Teilnehmer usw.)
Merkmalsraum	$M = \{y1^{X1}, y2^{X2}, ...\}$	M: Menge aller Merkmale y^X zur Beschreibung von Aktivitäten, Wegen oder Weg-Aktivitäts-Folgen
Merkmalswert	y^X_i	y^X_i: i-ter Wert des Merkmals y^X
Merkmalswerteraum	$Z(y^X) = \{y^X_1, y^X_2, ...\}$	$Z(y^X)$: Menge aller Merkmalswerte y^X_i zur Beschreibung eines Merkmals y^X
Zustands(-vektor)	$\mathbf{y^X_i} = (y1^{X1}{}_{i1}, y2^{X2}{}_{i2}, y3^{X3}{}_{i3}, ...)$	$\mathbf{y^X_i}$: Abkürzung für die Kombination von Merkmalswerten y^X_i verschiedener Merkmale y^X $y1^{X1}{}_{i1}$: i1-te Ausprägung des Merkmals $y1^{X1}$
Zustandsraum	$\mathbf{Z(y^X)} = \{Z(y1^{X1}) \times Z(y2^{X2}) \times ....\}$	$\mathbf{Z(y^X)}$: Abkürzung für Zustandsraum $Z(y1^{X1})$: Merkmalswerteraum des Merkmals $y1^{X1}$
Zustands(-element)	$\mathbf{z}, \mathbf{\check{z}} \in \mathbf{Z(y^X)}$ $ø \notin \mathbf{Z(y^X)}$	**z**: Zustandselement der Zielssequenz **ž**: Zustandselement der Quellsequenz ø: Abkürzung für „leeren Zustand“ (leeres Zustandselement)
Menge der Sequenzen	S = {s,š, ... }	S: endliche Menge aller Sequenzen s
Cluster von Sequenzen	$S_i \subset S$ $S = S_i \cup ..... \cup S_I$	S_i: durch Klassifizierung zusammengefasste Sequenzen s zu einem Cluster S_i als Teilmenge der Menge aller Sequenzen S
Sequenz	$s= (\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2, .. \mathbf{z}_k .. \mathbf{z}_K)$ mit $\mathbf{z}_1, \mathbf{z}_2 .... \mathbf{z}_k \in \mathbf{Z(y^X)}$, mit $s \in S$	**z**: Abkürzung für Zustandsvektor $\mathbf{y^X_i}$ $\mathbf{z}_k$: Zustandselement **z** an der Position k der Sequenz S
Sequenzdistanz	D(s,š)	D(s,š): Sequenzabstand zwischen Quellsequenz s und Zielsequenz š
Distanzen aller Sequenzpaare	$\mathbf{D}=(D(s,š))_{s,š \in S}$	**D**: Zusammenfassung aller paarweisen Distanzen D(s,š) zu einer Distanzmatrix
Transformationsoperationen	$\Omega = \{ins, del, sub\}$ mit $\omega \in \Omega$	Ω: Menge der Operationstypen ω: Operation
Operationsabfolgevektor	$\boldsymbol{\omega} = (\omega_1, \omega_m ....)$ mit $\omega_m \in \Omega$	$\boldsymbol{\omega}$: Abkürzung für Abfolgevektor von Transformationsoperationen
Menge der Transformationsaufwandswerte	$C_\omega = \{C_{add}, C_{del}, C_{sub}\}$	C_ω: Menge aller Transformationsaufwandswerte
Segmentmerkmalswerte	$s_l(y^X) \subset Z(y^X)$	$s_l(y^X)$: durch Klassifizierung zusammengefasste Merkmalswerte y^X_j als Teilmenge des Merkmalswerteraumes $Z(y^X)$
Segmentmerkmalswerteraum	$S(y^X) = \{s_1(y^X), s_2(y^X) ....\}$	$S(y^X)$: Menge aller ein- oder mehrwertigen Segmentmerkmalswerte $s_l(y^X)$ des Merkmals y^X
Segmentzustands(-vektor)	$s_l(\mathbf{y^X}) = (\{s_{l1}(y1^{X1})\} \times \{s_{l2}(y2^{X1})\}, ...)$	$s_l(\mathbf{y^X})$:Abkürzung für die Kombination von $s_l(y^X)$ Segmentmerkmalswerten verschiedener Merkmale y^X

	Notation	Erläuterung der Notation
Personen- und Kontextvariablen		
Merkmal	i, u^{raum}, u^{soz}, u^{inst}, k	i: Individualmerkmale u: Kontextmerkmale u^{raum}: Merkmale der (verkehrs-)infrastrukturell räumlichen Umwelt u^{soz}: Merkmale der sozialen Umwelt u^{inst}: Merkmale der institutionell-kulturellen Umwelt k: Abkürzung für Personen- und Kontextmerkmale
Merkmalsraum	K = {k1,.....}	K: Menge aller Merkmale k zur Beschreibung von Personen- und Kontextcharakteristika
Merkmalswert	k_j	k_j: j-ter Wert Merkmals k
Merkmalswerteraum	Z(k) = {k_1,k_2....}	Z(k): Menge aller Merkmalswerte k_i zur Beschreibung eines Merkmals k
Zustands(-vektor)	$\mathbf{k_j}$ = ($k1_{j1}$,$k2_{j2}$,….)	$\mathbf{k_j}$: Abkürzung für die Kombination von Merkmalswerten k_i verschiedener Merkmale k zur Charakterisierung einer Person bzw. Personenkategorie $k1_{j1}$: j1-ter –Wert Merkmals k1
Zustandsraum	**Z**(**k**) = {Z(k1) x Z(k2) x….}	**Z**(**k**): Abkürzung für Zustandsraum Z(k1): Merkmalswerteraum des Merkmals k1

Beispiel I: Zustandselementkomposition *(modifiziert nach Joh et al. 2001):*

Gegeben sind die drei Sequenzen s, $š_1$ und $š_2$, die jeweils aus acht Zustandselementen **z** bzw. **ž** bestehen. Die Zustandselemente **z** bzw. **ž** sind qualitativer Art. Der Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ mit $\mathbf{z}, \mathbf{ž} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ konstituiert sich aus einem einzigen Merkmalswerteraum $Z(y^X)$, der die Buchstaben des Alphabets umfasst. Während die Sequenzen s und $š_1$ nur gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ aufweisen, ergibt die Gegenüberstellung von s und $š_2$ fünf gemeinsame $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ und drei solitäre $\mathbf{z}^{\mathbf{s}}$ Zustandselemente.

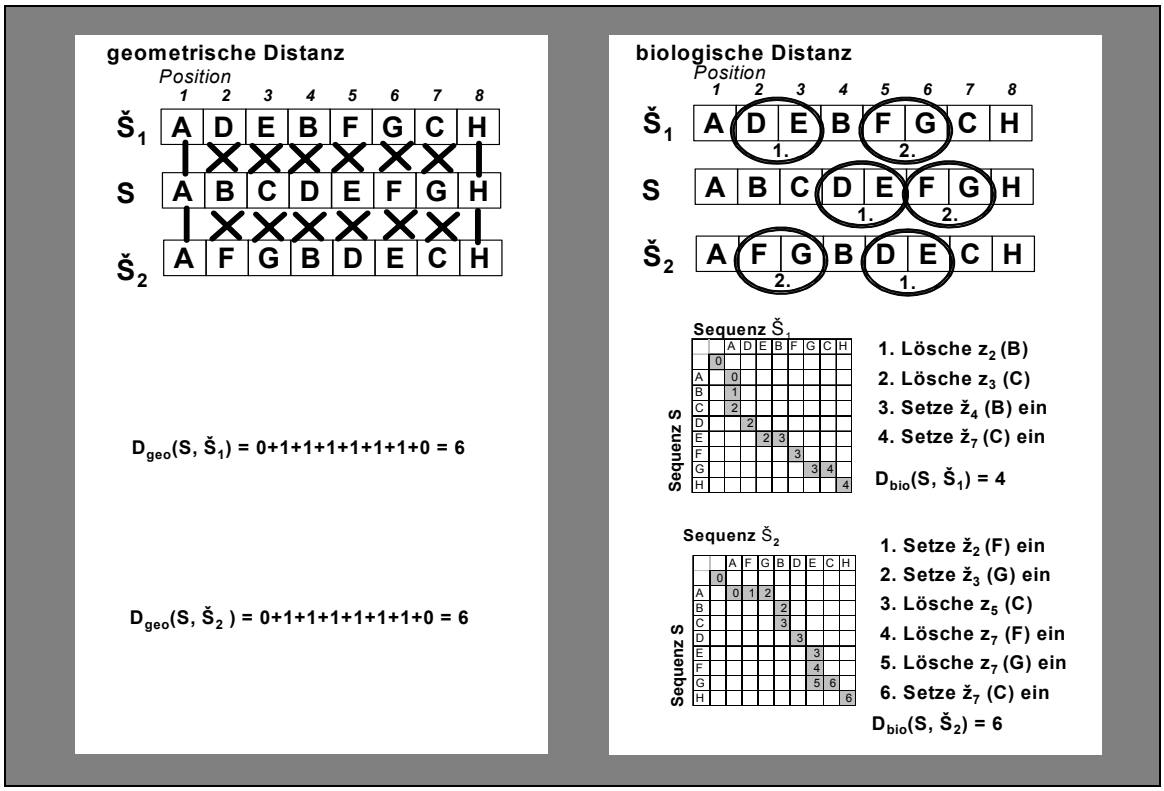
- Zunächst wird der Abstandsindex $D_{geo}(s,š)$ auf der Basis geometrischer Distanzen betrachtet: Ohne Einfluss auf den Abstand bleibt die unterschiedliche Struktur der Sequenzen mit gemeinsamen und solitären Zustandselementen, da diese Distanz in beiden Betrachtungsfällen $D_{geo}(s,š_1) = 6$ und $D_{geo}(s,š_2) = 6$ gleich („match“ = 0, „mismatch“ =1).
- Hingegen erfasst das biologische Distanzmaß im Hinblick auf die Zustandselementkomposition, ob es sich um solitäre ($\mathbf{z}^{\mathbf{s}}$) oder gemeinsame ($\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$) Zustandselemente handelt. (Transformationsaufwandswerte: Einsetzen = 1, Löschen = 1, „match“ = 0, Substituieren = 2). Zur Begründung: Der Abstand zwischen den Sequenzen s und $š_2$ ist größer ($D_{bio}(s,š_2) = 8$), da hier drei solitäre Elemente $\mathbf{z}^{\mathbf{s}}$ vorhanden sind. Bestehen die Sequenzen s und $š_1$ nur aus gemeinsamen Zustandselementen $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$, so ergibt sich eine geringere Distanz ($D_{bio}(s,š_1) = 6$).


geometrische Distanz
Position
1 2 3 4 5 6 7 8
Š1 A F G B D E C H
S A B C D E F G H
Š2 A F G B X Y Z H
Dgeo(S, Š1) = 0+1+1+1+1+1+1+0 = 6
Dgeo(S, Š2) = 0+1+1+1+1+1+1+0 = 6
biologische Distanz
Position
1 2 3 4 5 6 7 8
Š1 A F G B D E C H
S A B C D E F G H
Š2 A F G B X Y Z H
Sequenz S
Sequenz Š1
1. Setze ž2 (F) ein
2. Setze ž3 (G) ein
3. Lösche z5 (C)
4. Lösche z7 (F)
5. Lösche z7 (G)
6. Setze ž7 (C) ein
Dbio(S, Š1) = 6
Sequenz S
Sequenz Š2
1. Lösche z2 (B)
2. Lösche z2 (C)
3. Lösche z2 (D)
4. Lösche z2 (E)
5. Setze ž4 (B) ein
6. Setze ž5(X) ein
7. Setze ž6 (Y) ein
8. Setze ž7 (Z) ein
Dbio(S, Š2) = 8

Beispiel II: Abfolgeähnlichkeit *(modifiziert nach Joh et al. 2001):*

Gegeben sind die drei Sequenzen s, $š_1$ und $š_2$, die jeweils aus acht Zustandselementen **z** bzw. **ž** bestehen. Die Zustandselemente **z** bzw. **ž** sind qualitativer Art. Der einfache Zustandsraum $\mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ mit $\mathbf{z}, \mathbf{ž} \in \mathbf{Z}(\mathbf{y}^{\mathbf{X}})$ konstituiert sich aus einem einzigen Merkmalswerteraum $Z(y^X)$, der die Buchstaben des Alphabets umfasst. Es sind nur gemeinsame Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ vorhanden.

- Aus der Ermittlung der geometrischen Distanz $D_{geo}(s,š)$ ergeben sich für den Sequenzvergleich mit $D_{geo}(s,š_1) = 6$ und $D_{geo}(s,š_2) = 6$ jeweils identische Distanzmaße, da in beiden Fällen nur die gemeinsamen Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ an korrespondierender Stelle zu einer Verminderung des Abstandes beitragen („match" = 0, „mismatch" =1).
- Zur Ermittlung der biologischen Distanz $D_{bio}(s,š)$: Um dieses Abstandsmaß zwecks Nachweis der Abfolgeähnlichkeit überhaupt mit der geometrischen Distanz vergleichbar zu machen, sind die festzulegenden Transformationsaufwandswerte C_ω des Sequenzvergleichserfahrens für das Löschen, Einfügen und Ersetzen von Zustandelementen **z** anzupassen. Ziel ist dabei, dass sich bei der Gegenüberstellung der Sequenzen s und $š_2$ der gleiche Abstandswert $D_{bio}(s,š_2) = 6$ analog zu den beiden geometrischen Distanzen ergibt: Das heißt: Die Subaufwandswerte müssen mit $C_{sub} = 2$ und die Indelaufwandswerte mit $C_{ind} = 1$ festgelegt werden. Da die Berechnung von $D_{bio}(s,š_1)$ unter Zugrundelegung gleicher Transformationsaufwandswerter zu einem geringen Abstand führt ($D_{bio}(s,š_1) < D_{bio}(s,š_2)$), lässt dies den Schluss zu: Ursache ist die vorhandene Abfolgeähnlichkeit gemeinsamer Zustandselemente $\mathbf{z}^{\mathbf{g}}$ unterschiedlicher Position.


geometrische Distanz
Position
1 2 3 4 5 6 7 8
Š1 A D E B F G C H
S A B C D E F G H
Š2 A F G B D E C H
Dgeo(S, Š1) = 0+1+1+1+1+1+1+0 = 6
Dgeo(S, Š2) = 0+1+1+1+1+1+1+0 = 6
biologische Distanz
Position
1 2 3 4 5 6 7 8
Š1 A D E B F G C H
1. 2.
S A B C D E F G H
1. 2.
Š2 A F G B D E C H
2. 1.
Sequenz Š1
Sequenz S
1. Lösche z2 (B)
2. Lösche z3 (C)
3. Setze ž4 (B) ein
4. Setze ž7 (C) ein
Dbio(S, Š1) = 4
Sequenz Š2
Sequenz S
1. Setze ž2 (F) ein
2. Setze ž3 (G) ein
3. Lösche z5 (C)
4. Lösche z7 (F) ein
5. Lösche z7 (G) ein
6. Setze ž7 (C) ein
Dbio(S, Š2) = 6

1. Ablauf der Befragung mit CHASE

Das Softwareprogramm CHASE („**C**omputerised **H**ousehold **A**ctivity **S**cheduling **E**lictor“) dient der computergestützten Erhebung des individuellen Zeitplanungsprozesses: Aufgezeichnet wird die Abfolge der Planung, Anpassung und Durchführung von *Aktivitäten und Wegen* im alltäglichen Verhalten. Personen innerhalb eines Haushaltes treffen in Bezug auf die Ausübung von Tätigkeiten bzw. Wegen Entscheidungen, um ihren endgültigen *Terminplan* für eine Woche zusammenzustellen und in deren Verlauf auszuführen (vgl. Abb. 1).

- Zum Start sonntags vor der Erhebungswoche (Login 1) beginnen die Haushaltsmitglieder mit der Eintragung *(vor-)geplanter Aktivitäten bzw.* Wege. in den *Terminplaner*. *Ungeplante Zeiten* (graue Flächen) bleiben leer (vgl. Abb. 2)
- Im Verlauf der Erhebungswoche ist es erforderlich den Terminplaner täglich mindestens einmal zu aktualisieren (Login 2 bis 8): Durchgeführte und geplante Aktivitäten werden hinzugefügt, verändert und gelöscht.
- Am Ende der Erhebung (2. Woche montags, Login 9) enthält der Terminplaner nur noch *durchgeführte Aktivitäten / Wege.* Insgesamt sind somit mindestens 9 Logins in CHASE notwendig.

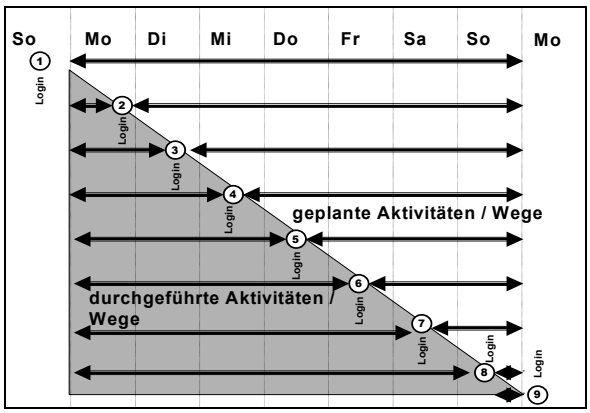


Abb. 1: Ablauf der Eintragungen

Abb. 2: Terminplaner von CHASE

aktivitäten- bzw. wegebezogene Entscheidungen (Beschreibungsgrößen von Aktivitäten bzw. Wegen):
Welche Aktivität (Aktivitätstyp), wird wann (Zeitpunkt), wie lange (Aktivitätsdauer), wo (Aktivitätsort), mit wem (Teilnehmer) realisiert und mit welchem Verkehrsmittel, mit wem (Begleiter) in welcher Zeit erreicht?

geplante Aktivität / Ortsveränderung:
Wenn einer Person bewusst ist, dass sie eine Aktivität innerhalb der Befragungswoche durchführen will, handelt es sich um eine geplante Aktivität. Der Aktivitätstyp ist bekannt. Für alle anderen Beschreibungsgrößen der Aktivität (Ort, Verkehrsmittel, Tag, Zeit und involvierte Personen) werden, falls diese ungeklärt sind, Abschätzungen getroffen.

durchgeführte Aktivität / Ortsveränderung:
Nach Beendigung einer Aktivität ist diese eine durchgeführte Aktivität und alle Attribute der Aktivität (Ort, Verkehrsmittel, Tag, Zeit und involvierte Personen) sind bekannt. Die Aktivität kann schon längere Zeit geplant sein oder der Entschluss dazu erfolgte spontan.

2. Ablaufplan CHASE

Wie wird mit CHASE gearbeitet?

Abbildung 3 zeigt ein Ablaufschema, das die einzelnen Arbeitschritte während eines Logins umfasst. Nachdem das Programm geöffnet und der Benutzer ausgewählt ist, wird der Terminplaner unter Beachtung der Reihenfolge Löschen ❶, Ändern ❷ und Hinzufügen ❸ von Aktivitäten / Wegen jeweils für die Vergangenheit (Zeitraum vor Login) und Zukunft (Zeitraum nach Login) aktualisiert (vgl. Abbildung 3).

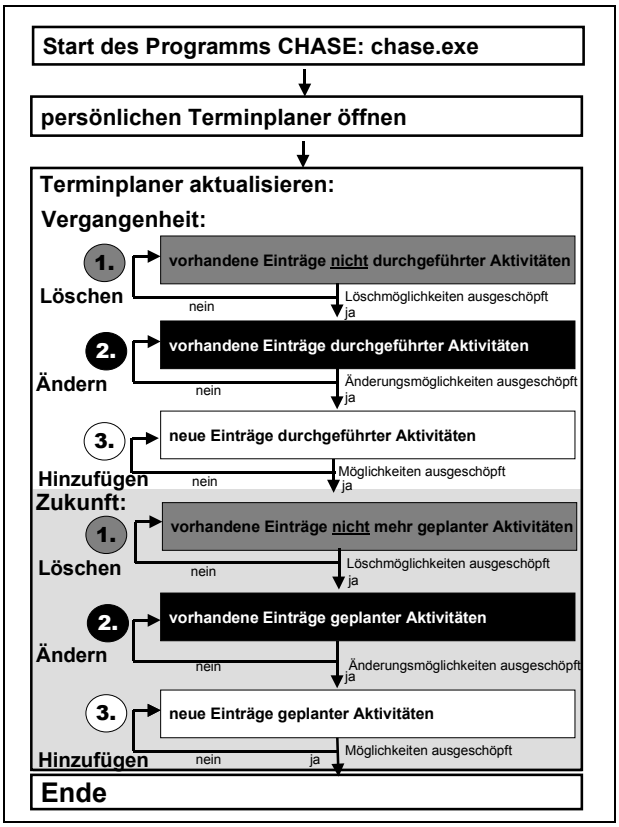


Abb. 3: Ablauf der Eintragungen in CHASE

1.1 Start des Programms

Die Auswahl erfolgt im Fenster „Benutzer auswählen“ (vgl. Abb. 4). Zu beachten ist: Nur der persönlichen Terminplaner darf geöffnet werden.

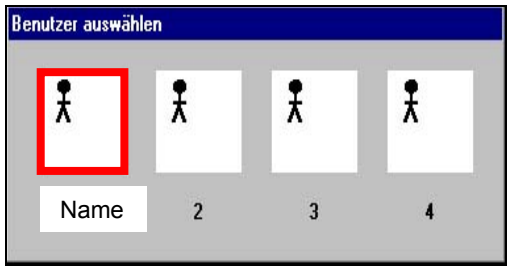


Abb. 4: CHASE–Fenster „Benutzer auswählen“

In dieser Erhebung sollen auch die Gründe für die Planung und Änderung der Aktivitäten erfasst werden. Daher ist die Frage „Do you wish to disable prompts?“ mit „nein“ zu beantworten (vgl. Abb. 5).

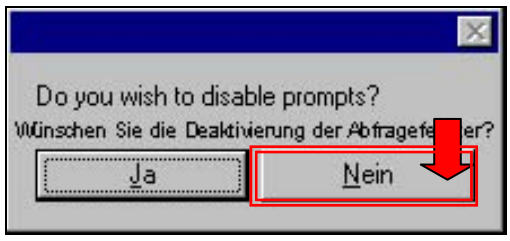


Abb. 5: CHASE-Fenster „Deaktivierung der Abfragefenster“

1. 2 Löschen

Wann müssen Sie eine Aktivität / Ortsveränderung löschen?

Nur eingetragene Aktivitäten / Wege können verworfen werden. Prinzipiell Vorrang hat das Verändern von Aktivitäten gegenüber dem Lösch-vorgang. Gelöscht werden dürfen nur überzählige Einträge von Aktivitäten / Wegen innerhalb des betrachteten Tages.

Der Bearbeiter entscheidet intuitiv, welche der Aktivitäten / Wege gelöscht bzw. verändert werden, falls mehrere Möglichkeiten existieren (vgl. Abb. 6).

Sind überzählige Einträge vorhanden, die in der Vergangenheit nicht realisiert worden sind, so sind diese zu löschen. Damit steht ungeplante Zeit für die zeitliche Ausdehnung zu verändernder Aktivitäten zur Verfügung.

Überzählige geplante Aktivitäten in der Zukunft, die nicht mehr realisiert werden sollen, müssen dann gelöscht werden, wenn zum Zeitpunkt des Logins noch keine andere(r) Aktivität / Weg vorgesehen ist (ungeplante Zeit) ❷ (vgl. Abb. 7).

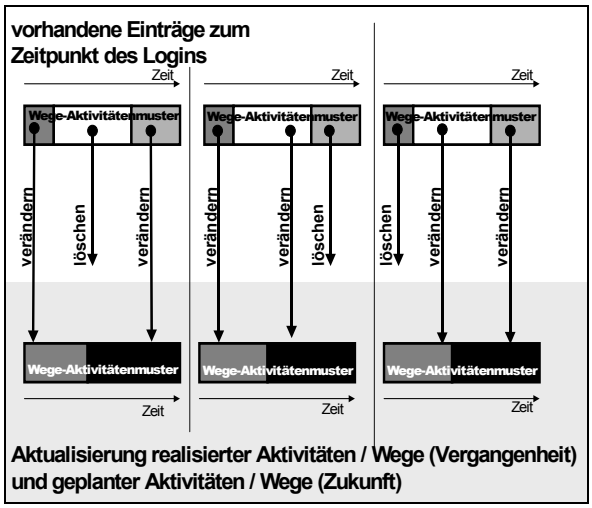


Abb. 6.: Beispiel für Entscheidungsmöglich-keiten des Bearbeiters zum „ Löschen“ und „Verändern“ von Aktivitäten / Wegen

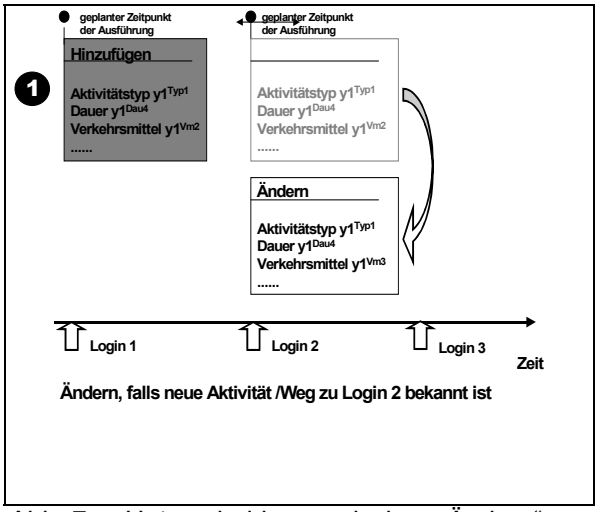


Abb. 7: Unterscheidung zwischen „Ändern“ und „Löschen/Einfügen“ bei geplanten Aktivitäten

Wie aktivieren Sie das Fenster zum Löschen einer Aktivität / Weg?

- Einfacher Klick auf entsprechende Aktivität ➔ Aktivierung des Befehls Löschen in der Menüleiste
- Einfacher Klick auf Befehl Löschen in der Menüleiste (vgl. Abb. 8)

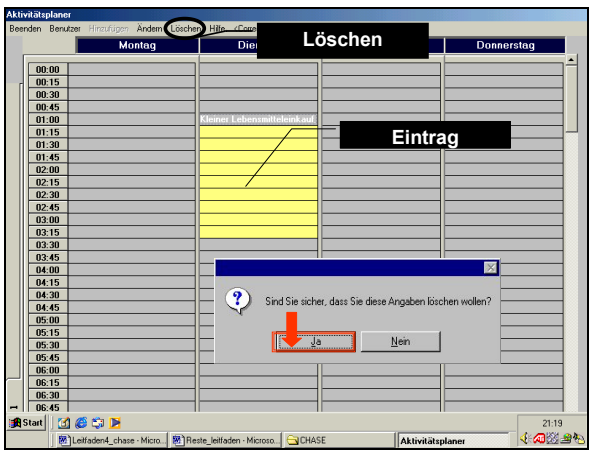


Abb. 8: Löschen einer Aktivität

1.3 Ändern

Wann müssen Sie eine Aktivität / Ortsveränderung ändern?

Sobald sich Änderungen in der Zeitplanung bzw. bei der Durchführung ergeben, sind diese im persönlichen Terminplaner einzuarbeiten. Geändert werden können nur geplante und realisierte Aktivitäten / Wege, die schon eingetragen sind.

Zunächst sind alle realisierten Aktivitäten / Wege (Vergangenheit) anzupassen. Anschließend folgt die Modifikation der geplanten Aktivitäten. Wichtig ist: Zum Zeitpunkt der Änderung müssen die Attribute der neuen geplanten Aktivität bekannt sein. (Ist dies nicht der Fall, muss die Aktivität gelöscht werden („ungeplante Zeit") und zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt werden (vgl. Abb.9)).

Sind alle genannten Möglichkeiten der Änderungen von realisierten und geplanten Aktivitäten / Wegen ausgeschöpft, dürfen überzählige Einträge gelöscht oder neue hinzugefügt werden. Wie Abbildung 10 zeigt, können alle Attribute von Aktivitäten / Wegen (Aktivitätsgruppe, Aktivitätstyp, Ort, Zeit und Tag etc.) verändert werden

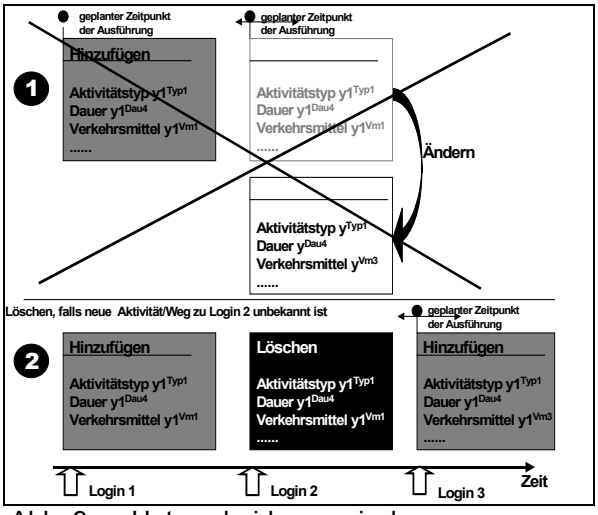


Abb. 9: Unterscheidung zwischen „Ändern" und Löschen/Einfügen" bei geplanten Aktivitäten

Wie aktivieren Sie das Fenster zum Ändern einer Aktivität / Weg?

- Einfacher Klick auf entsprechende Aktivität / Weg ➔ Aktivierung des Befehls *Ändern* in der Menüleiste
- Einfacher Klick auf Befehl *Ändern* in der Menüleiste (vgl. Abb.10)
- Eintrag der Beschreibungsgrößen von Aktivitäten / Wegen (vgl. Abschnitt 1.5)

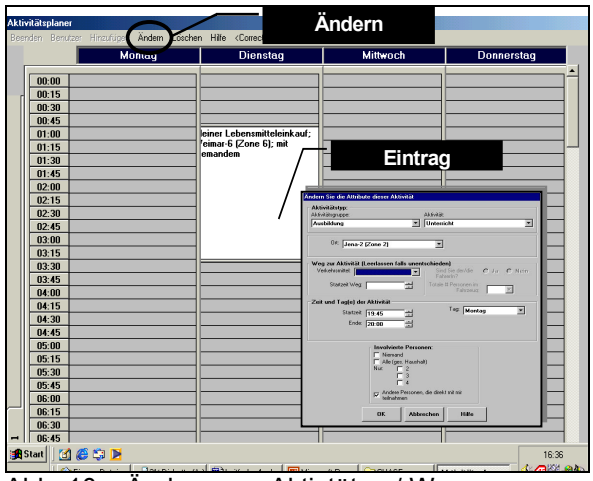


Abb. 10: Ändern von Aktivtäten / Wegen

1.4 Hinzufügen einer Aktivität / Weg

Wann müssen Sie eine Aktivität / Weg hinzufügen?

Hinzugefügt können Aktivitäten / Wege nur dann, wenn ungeplante Zeiten (graue Flächen) vorhanden sind.

Bei jedem Login sind alle geplanten und durchgeführten Aktivitäten hinzuzufügen, sofern diese noch nicht eingetragen sind.

Wie aktivieren Sie das Fenster zum Hinzufügen einer Aktivität /Weg?

- Doppelklick auf Zelle / Feld im persönlichen Terminplaner ➔ Aktivierung des Befehls *Hinzufügen* in der Menüleiste
- Einfacher Klick auf Befehl *Hinzufügen* in der Menüleiste
- Eintrag der Beschreibungsgrößen von Wegen / Aktivitäten (vgl. Abschnitt 1.5)

Abb. 11: Hinzufügen einer Aktivität / Weg

1.5 Eintragungen der Attribute von Aktivitäten / Wegen

Attribute von Aktivitäten bzw. Wegen, die in die Fenster „Ändern einer Aktivität“ bzw. „Hinzufügen einer Aktivität“ (vgl. Abb. 12 mit Hinweisen) einzutragen sind, stellt Abbildung 13 beispielhaft als Ausschnitt eines Aktivitätenmusters dar. Ein Eintrag besteht entweder a) aus einer Weg-Aktivitäts-Folge - falls ein Ortswechsel vor der Ausübung der Tätigkeit notwendig ist - oder b) aus einer Aktivität, wenn dies nicht erforderlich ist (beispielsweise Aktivitäten zu Hause).

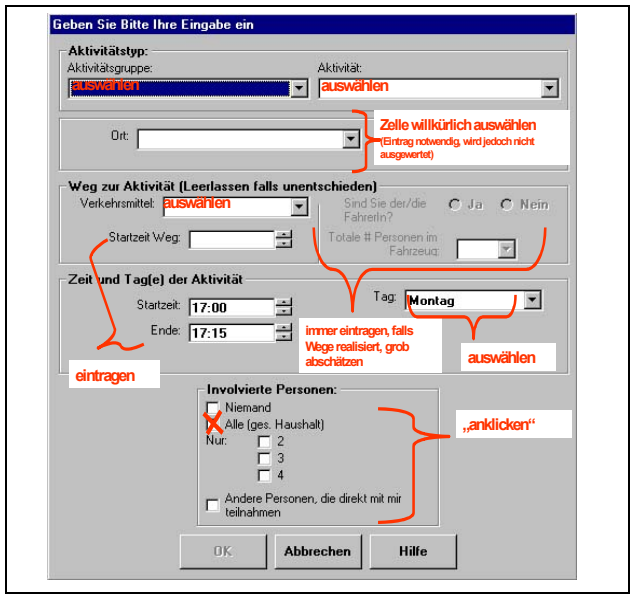


Abb. 12: CHASE-Fenster „Hinzufügen bzw. Ändern eines Eintrages“

Zu beachten ist beim Eintragen:

- Tageswechsel (vgl. Abb.14)

Aktivitäten / Wegen über Mitternacht sind zweifach einzutragen (z. B. „Schlafen“ von 23:00 Uhr bis 09:00 Uhr ist folgendermaßen hinzuzufügen:

- Eintrag „schlafen“ 23:00 bis 23:59 Uhr 1. Tag
- Eintrag „schlafen“ 00:01 bis 09:00 Uhr 2. Tag

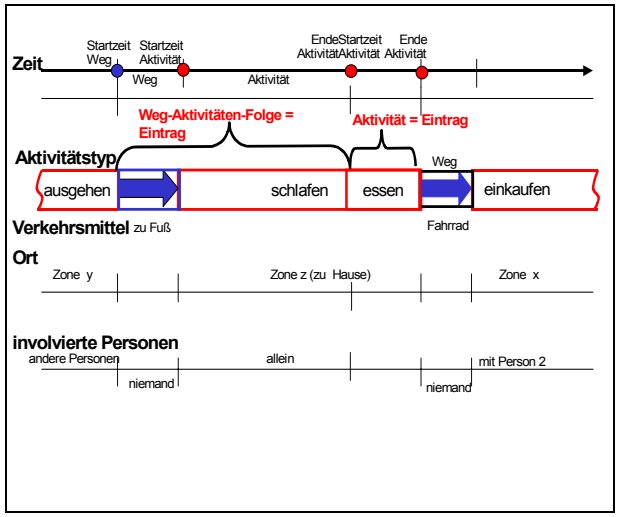


Abb. 13: Ausschnitt eines Wege-Aktivitäten-musters

- Zeitraster:

Eintragungen sind im 5-min Zeitraster vorzunehmen (z. B. Eintrag: 1. Aktivität: „schlafen“ 00:01 (Start Aktivität), 09:15 Uhr (Ende Aktivität); 2. Aktivität: Weg 09:15 Uhr (Startzeit Weg), „einkaufen“: 09:25 (Start Aktivität), 10:55 Uhr (Ende Aktivität) 3. Aktivität: Weg 10:55 Uhr (Startzeit Weg.....).

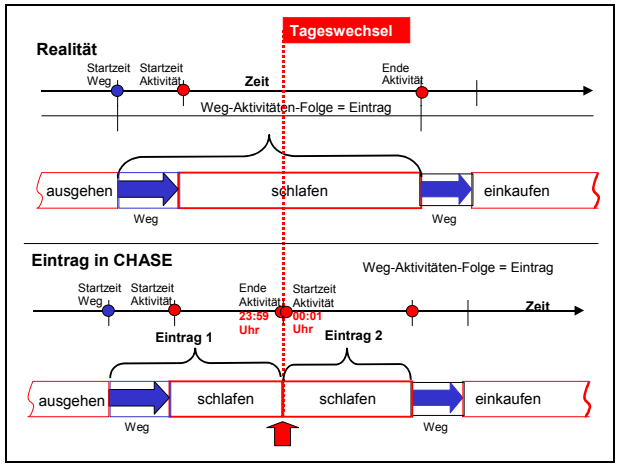


Abb. 14: Tageswechsel

- Verkehrsmittel (vgl. Abb. 15)

Wird im Laufe eines Weges das Verkehrsmittel einmal oder mehrmals gewechselt, so wird das Verkehrsmittel der längsten Etappe – das so genannte Hauptverkehrsmittel – in das Feld „Weg zur Aktivität/ Verkehrsmittel“ eingetragen.

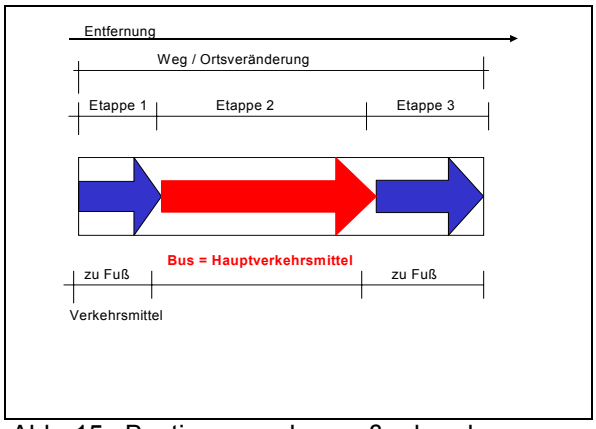


Abb. 15: Bestimmung des maßgebenden Modus (Hauptverkehrsmittel)

- Ort der Aktivität (vgl. Abb. 16)

Sollen zwei zeitlich aufeinander folgende Aktivitäten in einer Zelle realisiert werden, die räumlich auseinander liegen, dann lassen sich aufgrund eines Programmfehlers im Feld „Hinzufügen bzw. Ändern eines Eintrages“ keine Angaben zum „Weg zur Aktivität“ vornehmen. Um dennoch die notwendigen Daten zur Ortsveränderung eintragen zu können, soll eine Nachbarzelle als Aktivitätsort gewählt werden.

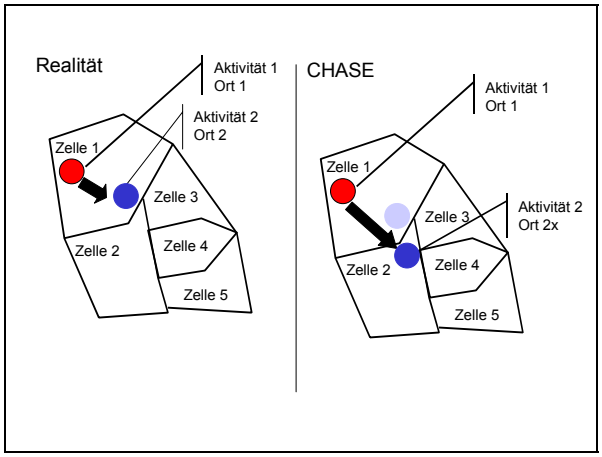


Abb. 16: Verlagerung des Aktivitätsortes

- Wege als Selbstzweck

Sind Wege der Zweck einer Aktivität (Sport mit Verkehrsmittel, jemanden bringen etc.), dann wird kein „Weg zur Aktivität“ eingetragen. Die Abfahrtszeit ist die Startzeit der Aktivität und die Ankunftszeit am Zielort ist die Endzeit der Aktivität.

- Zeitkonflikte („Timing Conflict“)

Wenn zwei zeitlich überlappende Aktivitäten in den Terminplaner eingetragen werden, tritt ein Zeitkonflikt auf. Als Lösungsmöglichkeiten bieten sich an, entweder die Zeiten der Aktivitäten anzupassen oder die Überschneidung zu akzeptieren, falls Aktivitäten parallel ausgeübt werden („Essen“ und „Radio hören“).

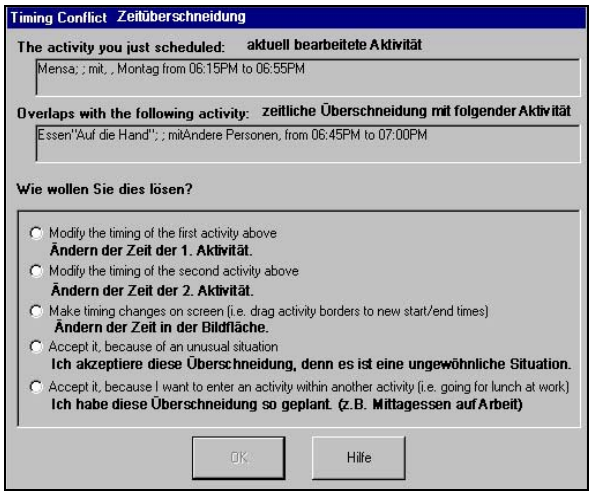
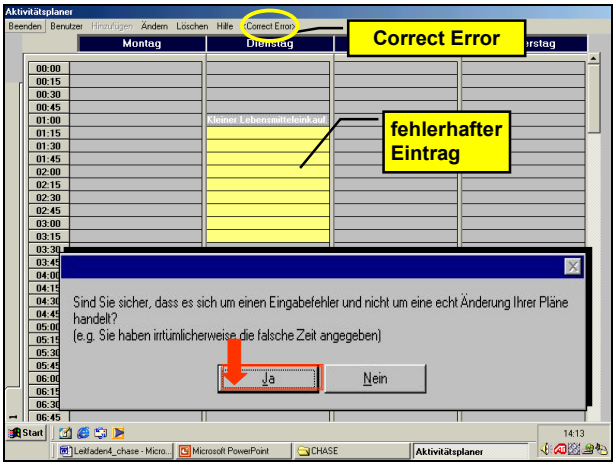

Timing Conflict Zeitüberschneidung
The activity you just scheduled: aktuell bearbeitete Aktivität
Mensa; ; mit, , Montag from 06:15PM to 06:55PM
Overlaps with the following activity: zeitliche Überschneidung mit folgender Aktivität
Essen"Auf die Hand"; ; mitAndere Personen, from 06:45PM to 07:00PM
Wie wollen Sie dies lösen?
Modify the timing of the first activity above
Ändern der Zeit der 1. Aktivität.
Modify the timing of the second activity above
Ändern der Zeit der 2. Aktivität.
Make timing changes on screen (i.e. drag activity borders to new start/end times)
Ändern der Zeit in der Bildfläche.
Accept it, because of an unusual situation
Ich akzeptiere diese Überschneidung, denn es ist eine ungewöhnliche Situation.
Accept it, because I want to enter an activity within another activity (i.e. going for lunch at work)
Ich habe diese Überschneidung so geplant. (z.B. Mittagessen auf Arbeit)
OK
Hilfe

Abb. 17: CHASE-Fenster „Zeitkonflikt“

1.6 Korrektur von Eingabefehlern

Wann müssen Sie die Funktion <Correct Error> benutzen?

Diese Funktion ist nur in Ausnahmefällen zu verwenden, um falsche Eintragungen zu löschen, die versehentlich (z. B. durch Bedienungsfehler) zustande gekommen sind. Leider ist das Vorgehen sehr umständlich, da Programmfehler vorliegen.


Correct Error
fehlerhafter Eintrag
Sind Sie sicher, dass es sich um einen Eingabefehler und nicht um eine echt Änderung Ihrer Pläne handelt?
(e.g. Sie haben irrtümlicherweise die falsche Zeit angegeben)
Ja
Nein
Abb. 18: CHASE Fenster „Correct error<

Wie aktivieren Sie das Fenster zum Ändern einer Aktivität mit Hilfe dieser Funktion?

- Einfacher Klick auf entsprechende Aktivität ➔Aktivierung des Befehls <Correct Error> in der Menüleiste
- Einfacher Klick auf Befehl <Correct Error> in der Menüleiste
- Klick auf Ja ➔ man gelangt zum Fenster „Ändern der Attribute einer Aktivität“
- Klick auf Abbrechen ➔ der Eingabefehler ist in der Access-Datenbank chase.mdb registriert

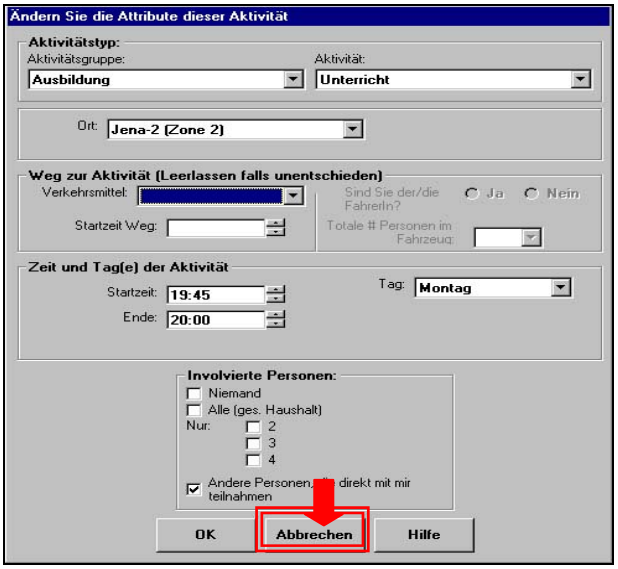


Abb. 19: CHASE-Fenster „Ändern einer Aktivität“

- Öffnen der Access-Datenbank chase.mdb
- Öffnen von „Tabellen“
- Klick auf die Tabelle „Schedule“
- Ändern eines Zeigerwertes in der Spalte „Current“ in der zweitletzten Zeile (Spalte, in welcher der Löschvorgang registriert ist) von –1 (ja) auf 0 (nein) ➔ die Aktivität wird im Terminplaner nicht mehr angezeigt.

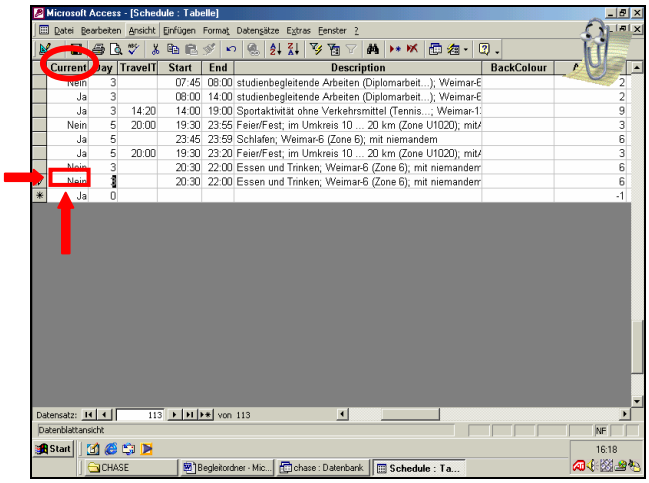


Abb. 20: Tabelle „schedude“ in chase.mdb

1.7 Fragebogen zur Erfassung der Wichtigkeit realisierter Aktivitäten / Wege und Zeitplanungsvorgänge

Für die Bewertung der Wichtigkeit der Einträge soll zwischen zwei Fällen differenziert werden:

- die generelle Bedeutung (situationsunabhängig) einer realisierten Aktivität / eines Weges/ einer Wege-Aktivitäts-Folge nur in Abhängigkeit des Zustandes, der durch die Attribute von Wegen / Aktivitäten definiert ist.

und

- die Bedeutung eines Zeitplanungsvorganges (situationsabhängig zum Planungszeitpunkt) in Abhängigkeit
  - der bis zu zwei beteiligten Zustände, welche durch Attribute von Wegen / Aktivitäten definiert sind.

  und
  - der Art des Zeitplanungsvorgangs (vgl. Abb. 22).

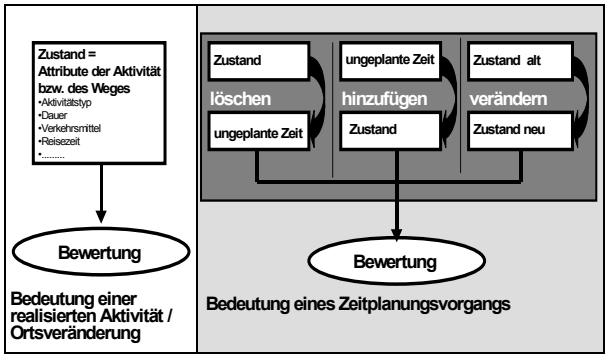


Abb. 21: Unterscheidung zwischen der Bedeutung realisierter Aktivitäten / Wege und Zeitplanungsvorgängen

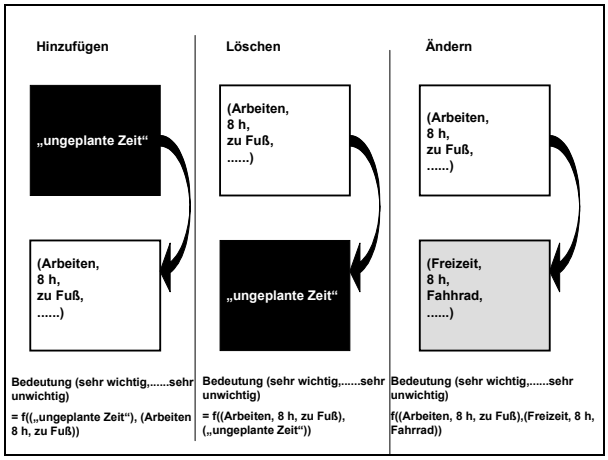

Hinzufügen
„ungeplante Zeit“
(Arbeiten, 8 h, zu Fuß, ...)
Bedeutung (sehr wichtig,.....sehr unwichtig)
= f(„ungeplante Zeit“), (Arbeiten 8 h, zu Fuß))
Löschen
(Arbeiten, 8 h, zu Fuß, ...)
„ungeplante Zeit“
Bedeutung (sehr wichtig,.....sehr unwichtig)
= f((Arbeiten, 8 h, zu Fuß), („ungeplante Zeit“))
Ändern
(Arbeiten, 8 h, zu Fuß, ...)
(Freizeit, 8 h, Fahrrad, ...)
Bedeutung (sehr wichtig,.....sehr unwichtig)
f((Arbeiten, 8 h, zu Fuß),(Freizeit, 8 h, Fahrrad))

Abb. 22: Beispiel: entscheidungsrelevante Faktoren bei Zeitplanungsvorgängen (Operation und Attribute der Aktivitäten / Wege)

Wie wichtig ist Ihnen grundsätzlich die Ausübung dieser Aktivität (a) / Ortsveränderung (b) / Weg-Aktivitäts-Folge (c)?
Wie wichtig ist / war Ihnen das Hinzufügen, Ändern oder Löschen dieser Aktivität (a) Ortsveränderung (b) / Weg-Aktivitäts-Folge (c) im Augenblick der Planung?

Abb. 23: Fragen zur Erfassung der Wichtigkeit von realisierten Wegen /Aktivitäten und Zeitplanungsvorgängen

Die Bewertung erfolgt mit Hilfe einer schriftlichen Befragung auf der Grundlage einer Rating-Skala von „sehr wichtig“ bis „sehr unwichtig“ (vgl. Abb. 24).

Unterschieden wird bei der Bewertung einerseits zwischen der „Aktivität“ (a) und „dem Weg zur Aktivität“ (b) und anderseits der Weg-Aktivitäts-Folge (c) (vgl. Abb. 23)

Beispiel: realisierte Aktivität / Weg

Wie wichtig ist ein Lebensmittel-wocheneinkauf, der 1,5 Stunden dauert, der mit einer Autofahrt von 10 Minuten Dauer verbunden ist, der alleine getätigt wird, der.....[= Zustand Aktivität / Weg durch Attribute definiert]?

Beispiel: Zeitplanungsvorgang

1. „Wie wichtig ist die (vollzogene) Änderung [= Art des Zeitplanungsvorgangs] der Pläne, wenn statt dem vorgesehenen Lebensmittel-wocheneinkauf, der 1,5 Stunden dauert, der mit einer Autofahrt von 10 Minuten Dauer verbunden ist, der alleine getätigt wird, der [= Zustand Aktivität / Weg alt durch Attribute definiert]. und ein Verwandtenbesuch ansteht, der 3 Stunden dauert, der mit einer Zugfahrt von 20 Minuten Dauer verbunden ist, der mit der ganzen Familie getätigt wird, [= Zustand Aktivität / Weg neu durch Attribute definiert]..? oder

2. „Wie wichtig ist das Hinzufügen [=Art des Zeitplanungsvorgangs] eines Kinobesuchs in die Planungen, der 2 Stunden dauert, etc.....

Hinweise zum Fragebogen:

1. Erforderlich ist eine Eintragung parallel zur Bearbeitung im Programm CHASE (vgl. Abb. 24)
2. Für jeden neuen Login ist ein neues Blatt zu verwenden.
3. Tragen Sie bitte für jeden neuen Login Tag und Uhrzeit der Eintragung in die oberen beiden Kästchen ein.
4. Im Fragebogen ist für jeden Zeitplanungsvorgang (Hinzufügen, Ändern oder Löschen) eines Eintrages eine Spalte auszufüllen.
5. Die Informationen Operation (Hinzufügen, Ändern oder Löschen), Aktivitätstyp–Gruppe, Verkehrsmittel, und Zeit der Aktivität bzw. des Weges sind aus dem Programm CHASE zu übertragen.
6. Die zurückgelegte Entfernung bei der Ortsveränderung ist abzuschätzen.
7. Die Bewertung der „Wichtigkeit“ bei Zeitplanungsvorgängen bezieht sich auf den Zeitpunkt der Planung, nicht auf den Zeitpunkt des Logins in das Programm CHASE (vgl. Abb.25)
8. Kennzeichnen Sie bitte die grundsätzliche „Wichtigkeit“ der Aktivität bzw. des Weges (1) und die „Wichtigkeit“ des Zeitplanungs-vorgangs simultan (2) bezogen auf
   - den jeweiligen Weg
   - die jeweilige Aktivität und
   - die jeweilige Wege-Aktivitäts-Folge (Eintrag)

   auf den Bewertungsskalen jeweils durch ein Kreuz (vgl. Abb. 26) In den Bewertungsskalen sind nur ganze Zahlen anzukreuzen (keine Zwischenwerte). Noch ein Hinweis: Bitte beachten Sie, dass die Abstände zwischen den Stufen gleich groß sind.

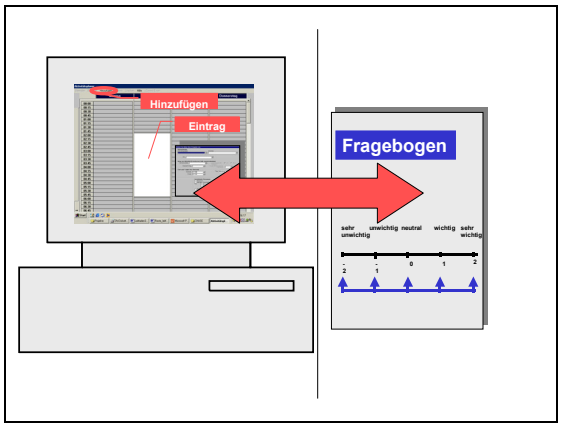


Abb. 24: zeitparalleles Ausfüllen

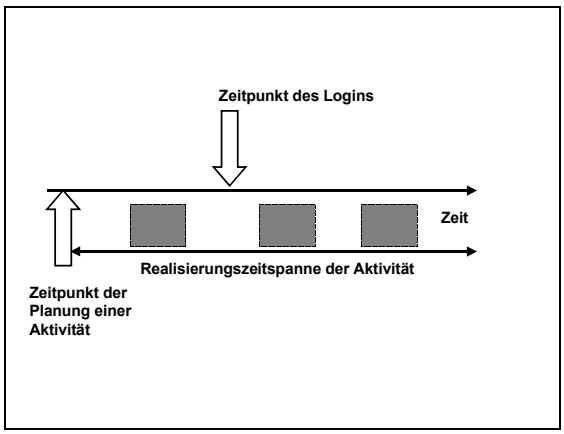


Abb. 25: Zeitpunkt der Bewertung des Zeitplanungsvorgangs

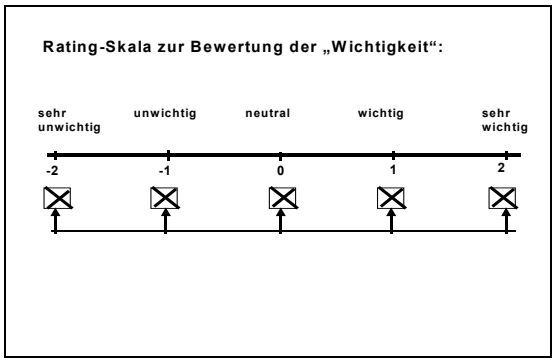


Abb. 26: Rating-Skala zur Bewertung der Wichtigkeit

Pers.Nr	HH.Nr	Alter	Geschlecht	Erwerbsstatus
1	1	23	Mann	Student
2	2	23	Mann	Student
3	2	23	Mann	Student
4	3	46	Mann	erwebstätig
5	3	44	Frau	erwebstätig
6	3	20	Mann	Auszubildender
7	4	30	Mann	Student
8	5	25	Mann	arbeitslos
9	5	25	Frau	Student
10	6	13	Mann	Schüler
11	6	10	Frau	Schüler
12	6	49	Frau	erwebstätig
13	6	50	Mann	erwebstätig
14	7	36	Mann	erwebstätig
15	7	36	Frau	erwebstätig
16	7	15	Frau	Schüler
17	8	29	Frau	Hausfrau
18	8	31	Mann	erwebstätig
19	9	27	Mann	Student
20	10	27	Mann	Student
21	11	30	Frau	Student
22	12	29	Frau	erwebstätig
23	13	39	Mann	erwebstätig
24	14	33	Frau	erwebstätig
25	14	32	Mann	erwebstätig
26	15	40	Frau	erwebstätig
27	16	34	Frau	Hausfrau
28	16	38	Mann	erwebstätig
29	17	38	Mann	arbeitslos
30	17	30	Frau	Hausfrau
31	18	64	Mann	Rentner
32	18	64	Frau	Rentner
33	19	34	Mann	erwebstätig
34	19	33	Frau	Hausfrau
35	20	32	Mann	erwebstätig

Schreibweise der Transformationsaufwandswertematrizen:

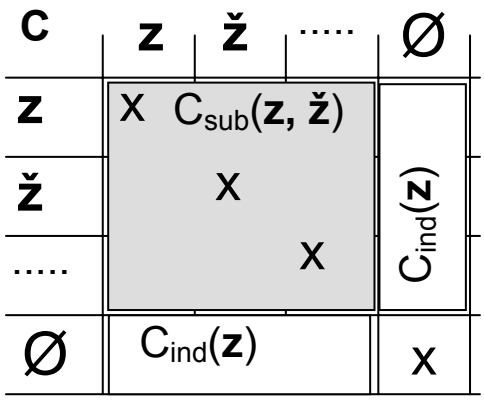


Tabelle E-1: Aufwandswertematrix
$\mathbf{Z_1}(\mathbf{y}^X) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_1(a^{Typ})$

	(Aktivität)	(Ortsveränderung)	(∅)
(Aktivität)	0,00	0,85	0,48
(Ortsveränderung)		0,00	0,24
(∅)			0,00

Tabelle E-2: Aufwandswertematrix
$\mathbf{Z_2}(\mathbf{y}^X) = Z_1(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ})$

	(Arbeiten / dienstlich)	(Bilden)	(Einkaufen / Service)	(Freizeit)	(zu Hause)	(Ortsveränderung)	(∅)
(Arbeiten / dienstlich)	0,00	0,11	0,39	0,45	0,53	1,23	0,85
(Bilden)		0,00	0,28	0,34	0,42	1,12	0,85
(Einkaufen / Service)			0,00	0,06	0,14	0,84	0,37
(Freizeit)				0,00	0,08	0,78	0,47
(zu Hause)					0,00	0,70	0,25
(Ortsveränderung)						0,00	0,24
(∅)							0,00

Tabelle E-3: Aufwandswertematrix

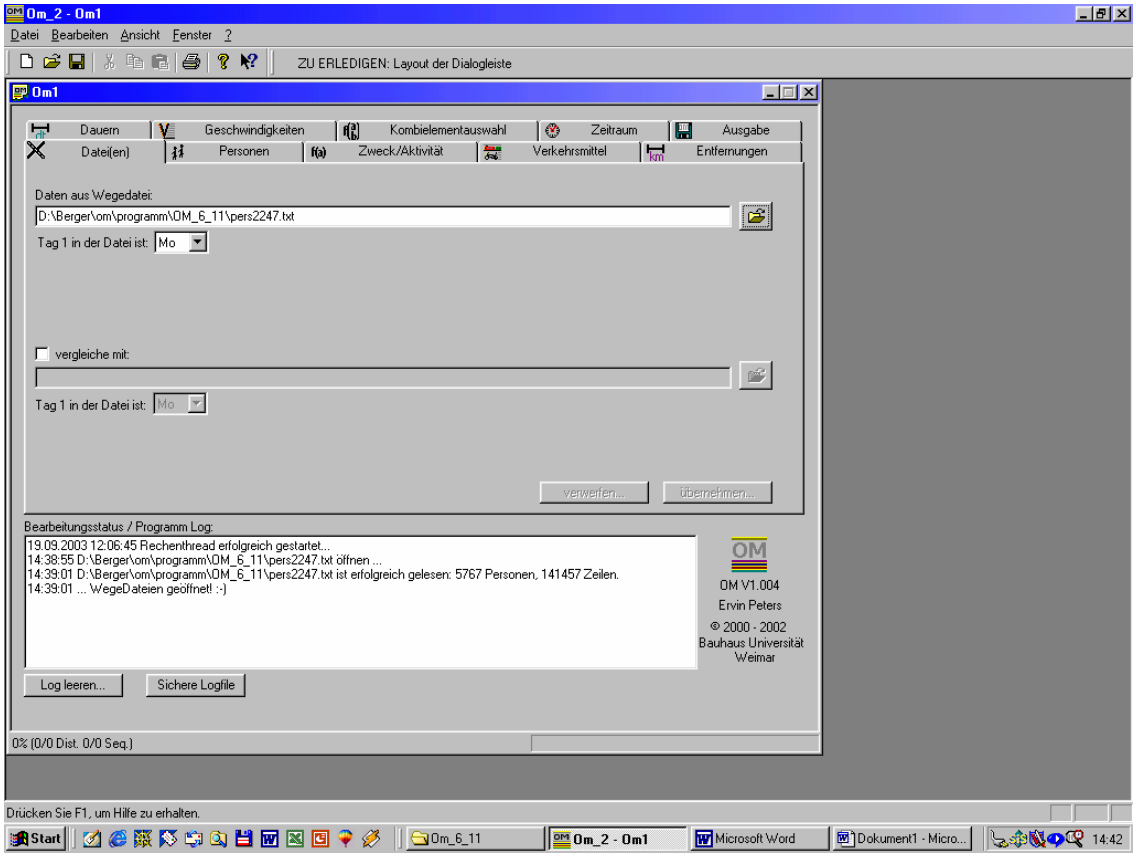
$\mathbf{Z_3}(\mathbf{y^x}) = Z_2(w^{Vm}) \cup Z_2(a^{Typ}))$

	(Arbeiten / dienstlich)	(Bilden)	(Einkaufen / Service)	(Freizeit)	(zu Hause)	(ÖV-Nutzung)	(MIV-Selbstfahrer)	(zu Fuß)	(Fahrrad)	(MIV-Mitfahrer)	(∅)
(Arbeiten / dienstlich)	0,00	0,11	0,39	0,45	0,53	0,45	1,22	1,28	1,42	1,57	0,85
(Bilden)		0,00	0,28	0,34	0,42	0,34	1,11	1,17	1,31	1,46	0,85
(Einkaufen / Service)			0,00	0,06	0,14	0,06	0,83	0,89	1,03	1,18	0,37
(Freizeit)				0,00	0,08	0,00	0,77	0,83	0,97	1,12	0,47
(zu Hause)					0,00	0,08	0,69	0,75	0,89	1,04	0,25
(ÖV-Nutzung)						0,00	0,77	0,83	0,97	1,12	0,43
(MIV-Selbstfahrer)							0,00	0,06	0,20	0,35	0,39
(zu Fuß)								0,00	0,15	0,29	0,21
(Fahrrad)									0,00	0,15	0,30
(MIV-Mitfahrer)										0,00	0,40
(∅)											0,00

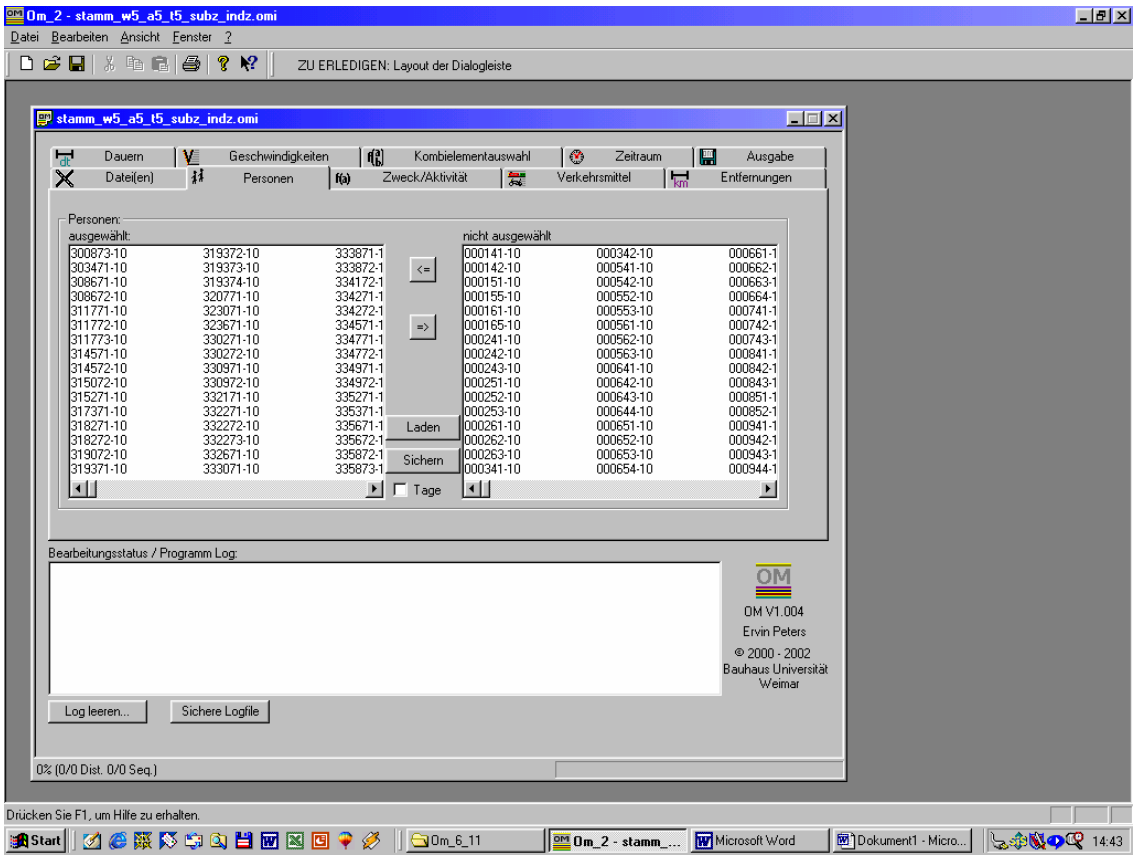
Tabelle E-4: Aufwandswertematrix
$\mathbf{Z_4}(\mathbf{y}^{X}) \subset Z_2(w^{Vm}) \times Z_2(a^{Typ})$

	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {zu Fuß, Fahrrad})	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer})	({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV})	({Ausbildung, Einkaufen / Service} x {alle Verkehrsmittel})	{zu Hause} x {zu Fuß, Fahrrad},)	({zu Hause} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer},)	({zu Hause} x {ÖV})	(∅)
({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {zu Fuß, Fahrrad})	0,00	0,55	1,11	0,10	0,05	0,44	0,97	0,09
({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer})		0,00	0,56	0,45	0,50	0,11	0,42	0,03
({Arbeiten / dienstlich, Freizeit} x {ÖV})			0,00	1,01	1,06	0,67	0,14	0,79
({Ausbildung, Einkaufen / Service} x {alle Verkehrsmittel})				0,00	0,05	0,34	0,87	0,14
({zu Hause} x {zu Fuß, Fahrrad})					0,00	0,39	0,92	0,15
({zu Hause} x {MIV-Selbstfahrer, MIV-Mitfahrer})						0,00	0,53	0,33
({zu Hause} x {ÖV})							0,00	0,36
(∅)								0,00

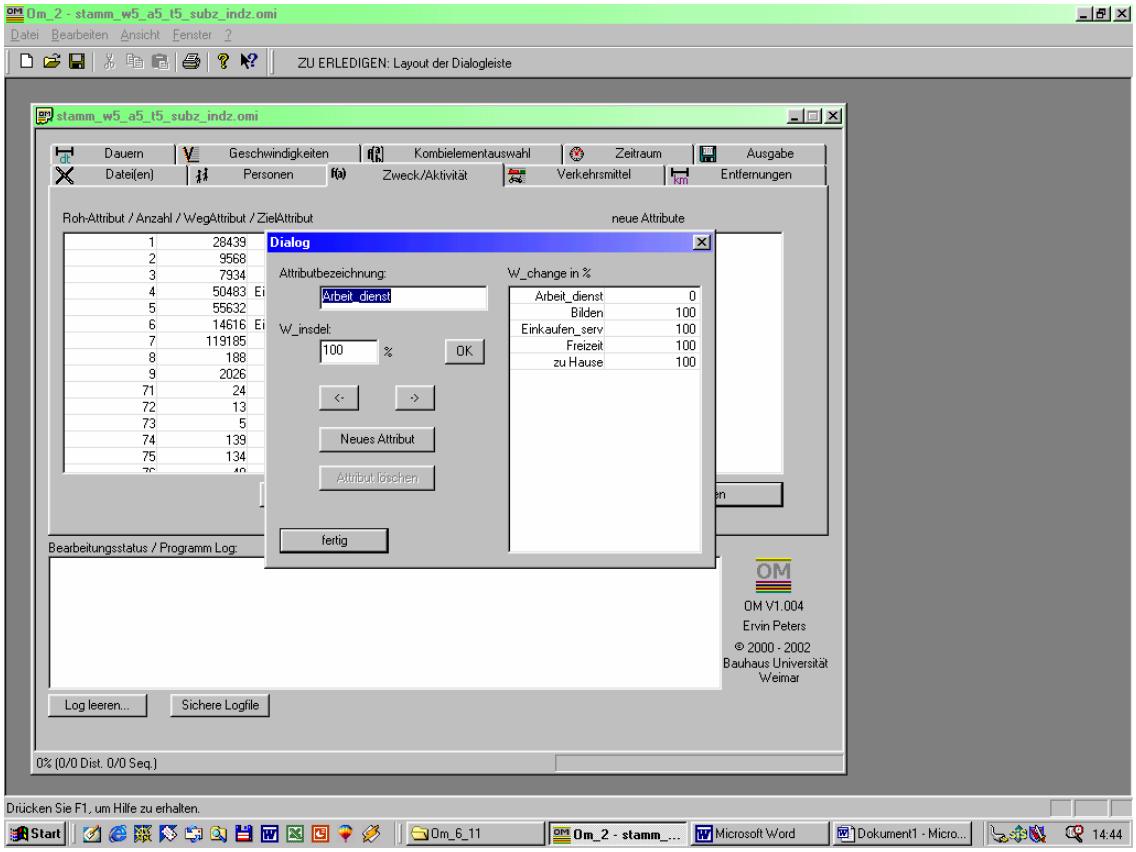
① Menü: Auswahl Wegedatei



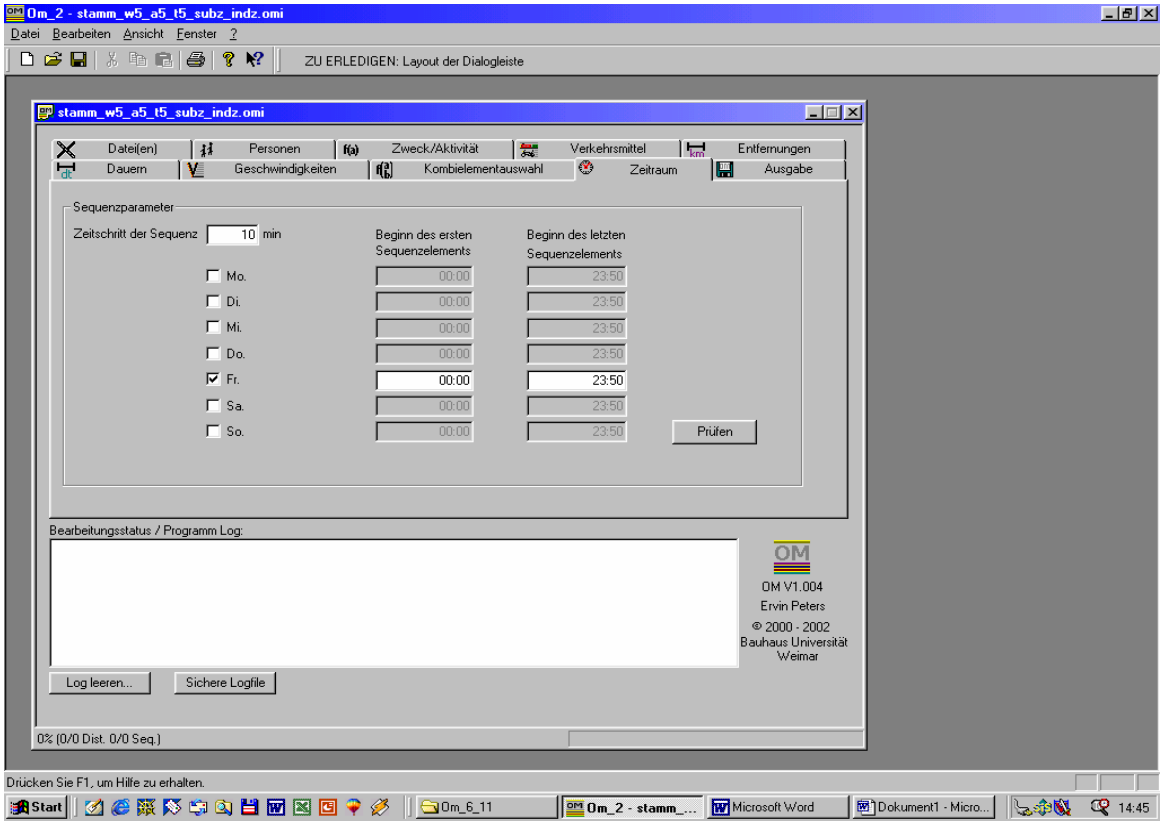
② Menü: Auswahl Personen



③ Menü: Bildung der Zustandselemente und Spezifizierung der Transformationsaufwandswerte



④ Menü: Auswahl Makrozeitabschnitt und Zeitintervall Δt der Zustandselemente



⑤ Menü: Festlegung der Ausgabe und Berechnung

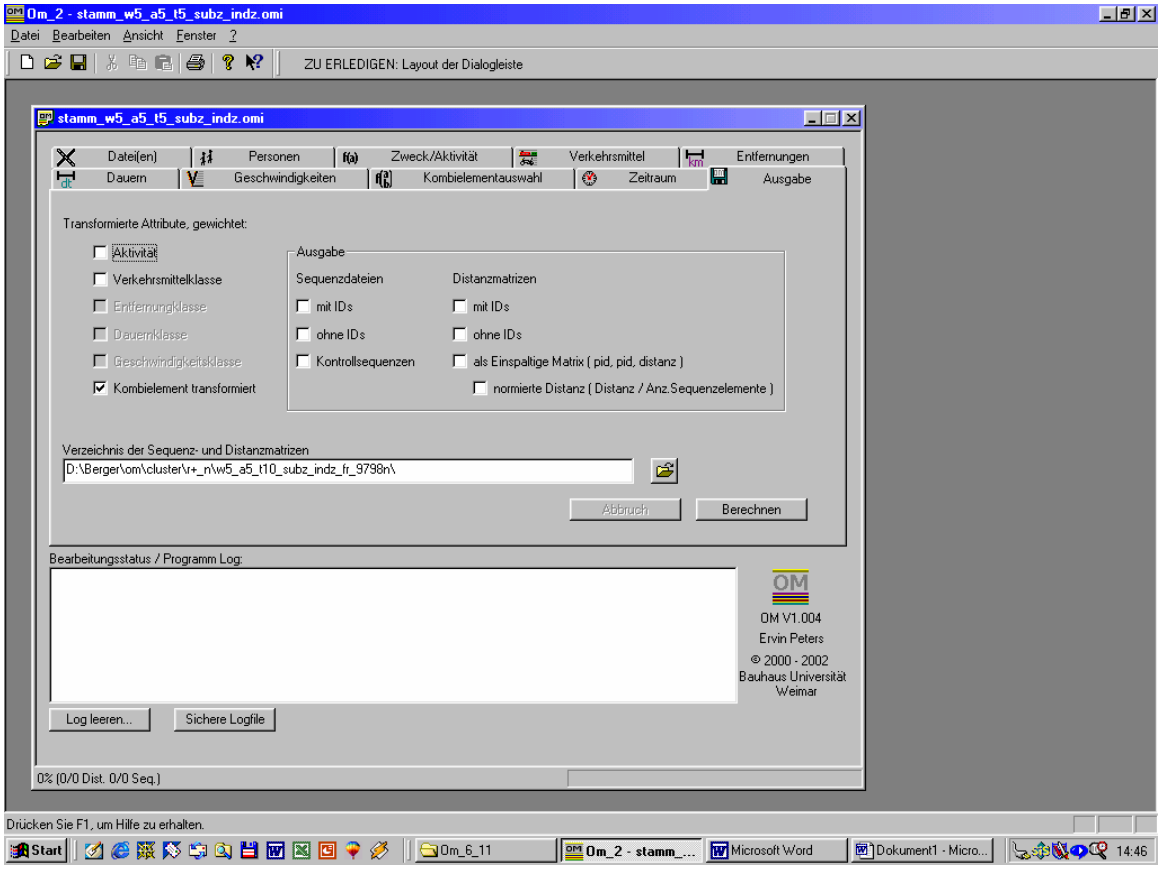


Tabelle G-1: Zeitverwendung für Aktivitäten und Ortsveränderungen nach Cluster und für alle Fälle

Cluster / **Parameter**	**Cluster S_1** Mittelwert	**Cluster S_2** Mittelwert	**ClusterS_3** Mittelwert	**Cluster S_4** Mittelwert	**Cluster S_5** Mittelwert	**Cluster S_6** Mittelwert	**Cluster S_7** Mittelwert	**alle Fälle** Mittelwert
Zeitverwendung je Tag und Fall [hh:mm]								
zu Fuß	0:19	0:09	0:12	0:15	0:17	0:10	0:11	0:16
Fahrrad	0:03	0:03	0:03	0:05	0:03	0:04	0:08	0:04
MIV-Selbstfahrer	0:25	1:04	0:45	1:01	0:40	0:37	0:07	0:34
MIV-Mitfahrer	0:13	0:08	0:07	0:11	0:13	0:12	0:15	0:12
ÖV-Nutzung	0:08	0:03	0:16	0:06	0:17	0:11	0:29	0:12
Arbeiten / dienstlich	0:10	6:55	5:37	3:35	2:17	5:12	0:09	2:15
Ausbildung	0:01	0:01	0:02	0:03	0:15	0:28	3:48	0:29
Einkaufen / Service	0:48	0:20	0:25	0:30	0:33	0:26	0:14	0:35
Freizeit	1:21	1:07	1:19	1:21	1:15	1:14	1:44	1:22
Aktivitäten zu Hause	20:28	14:05	15:10	16:49	18:07	15:21	16:50	17:59
Ortsveränderungen	1:10	1:29	1:25	1:40	1:32	1:16	1:12	1:19
Aktivitäten Außer-Haus	2:22	8:25	7:25	5:30	4:21	7:22	5:56	4:42

Tabelle G-2: Kenngrößen des Verkehrsverhaltens nach Cluster und für alle Fälle

Cluster / Parameter	Cluster S_1	Cluster S_2	Cluster S_3	Cluster S_4	Cluster S_5	Cluster S_6	Cluster S_7	alle Fälle
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
Außer Haus Anteil je Tag und Fall [%]								
alle Aktivitäten / Wege	87,72	96,59	96,29	96,50	92,19	97,08	93,30	91,89
wegebezogene Verkehrsmittelnutzung Anteil je Tag und Fall [%]								
zu Fuß	26,9	12,1	16,6	14,8	20,6	14,0	21,0	21,0
Fahrrad	7,9	4,1	6,5	7,4	6,4	9,4	20,1	8,6
MIV-Selbstfahrer	43,1	73,9	58,6	63,6	53,5	52,0	11,4	48,0
MIV-Mitfahrer	16,6	8,2	9,3	11,0	12,5	15,8	22,8	14,3
ÖV-Nutzung	5,5	1,7	9,0	3,2	7,0	8,8	24,7	8,1
Wegezahl je Tag und Fall [n]								
alle Verkehrsmittel	3,26	3,45	3,79	4,49	3,92	3,79	3,55	3,57
Entfernung je Tag und Fall [km]								
alle Verkehrsmittel	28,24	58,83	48,55	51,93	58,60	42,27	26,92	38,62
Entfernung je Weg und Fall [km]								
alle Verkehrsmittel	8,67	17,06	12,80	11,55	14,96	11,15	7,59	10,83
zu Fuß	1,45	1,60	1,38	1,63	1,42	1,59	1,10	1,42
Fahrrad	2,44	6,16	3,41	2,80	1,88	2,48	2,01	2,61
MIV-Selbstfahrer	8,99	18,58	14,47	14,02	12,59	13,68	10,73	12,61
MIV-Mitfahrer	17,44	26,94	15,08	14,39	21,03	15,25	11,37	16,37
ÖV-Nutzung	23,78	39,31	27,40	18,81	74,36	13,24	12,71	23,70
intrapersonelle Variabilität je Tag und Fall [-]								
Levensthein Distanz	7,12	18,80	17,49	15,37	15,15	19,31	12,53	12,08

Tabelle G-4: Homogenität von Zustandsverteilungen nach Cluster und für alle Fälle

Cluster S_i / Parameter	Cluster S_1	Cluster S_2	ClusterS_3	Cluster S_4	Cluster S_5	Cluster S_6	Cluster S_7	alle Fälle
Homogenität von Zustandsverteilungen: standardisierte Entropie-Werte E_{st}								
Wege-Aktivitätsprofil	25,33	27,08	32,30	32,76	34,79	43,10	27,40	35,60
wegebezogene Verkehrsmittelnutzung	85,40	55,00	76,25	69,33	79,69	83,48	98,17	85,27
Außer-Haus-Anteil	53,74	21,47	22,88	21,87	39,54	19,05	35,48	40,59

Tabelle G-5: Anteile der Binnen- und der Zwischenclustervarianz an der Gesamtvarianz

Parameter	Anteil der Binnenclustervarianz an der Gesamtvarianz	Anteil der Zwischenclustervarianz an der Gesamtvarianz
Binnenclustervarianz / Zwischenclustervarianz		
Sequenzabstände	0,05	0,95
Ortsveränderungszahl	0,97	0,03
Reiseweite	0,99	0,01

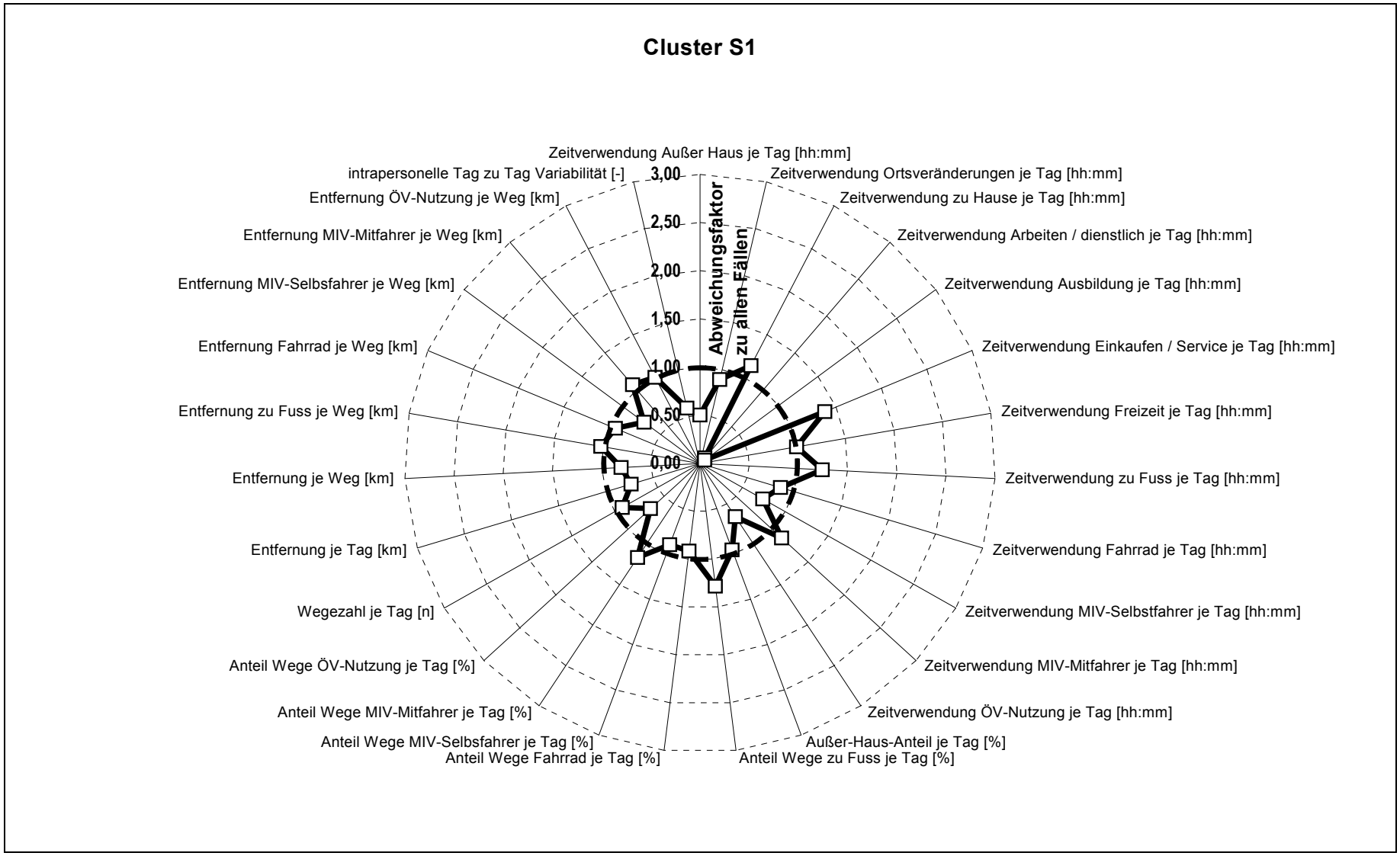

Cluster S1
Abweichungsfaktor zu allen Fällen
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]

Abbildung G-1: Abweichungen des Cluster S_1 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

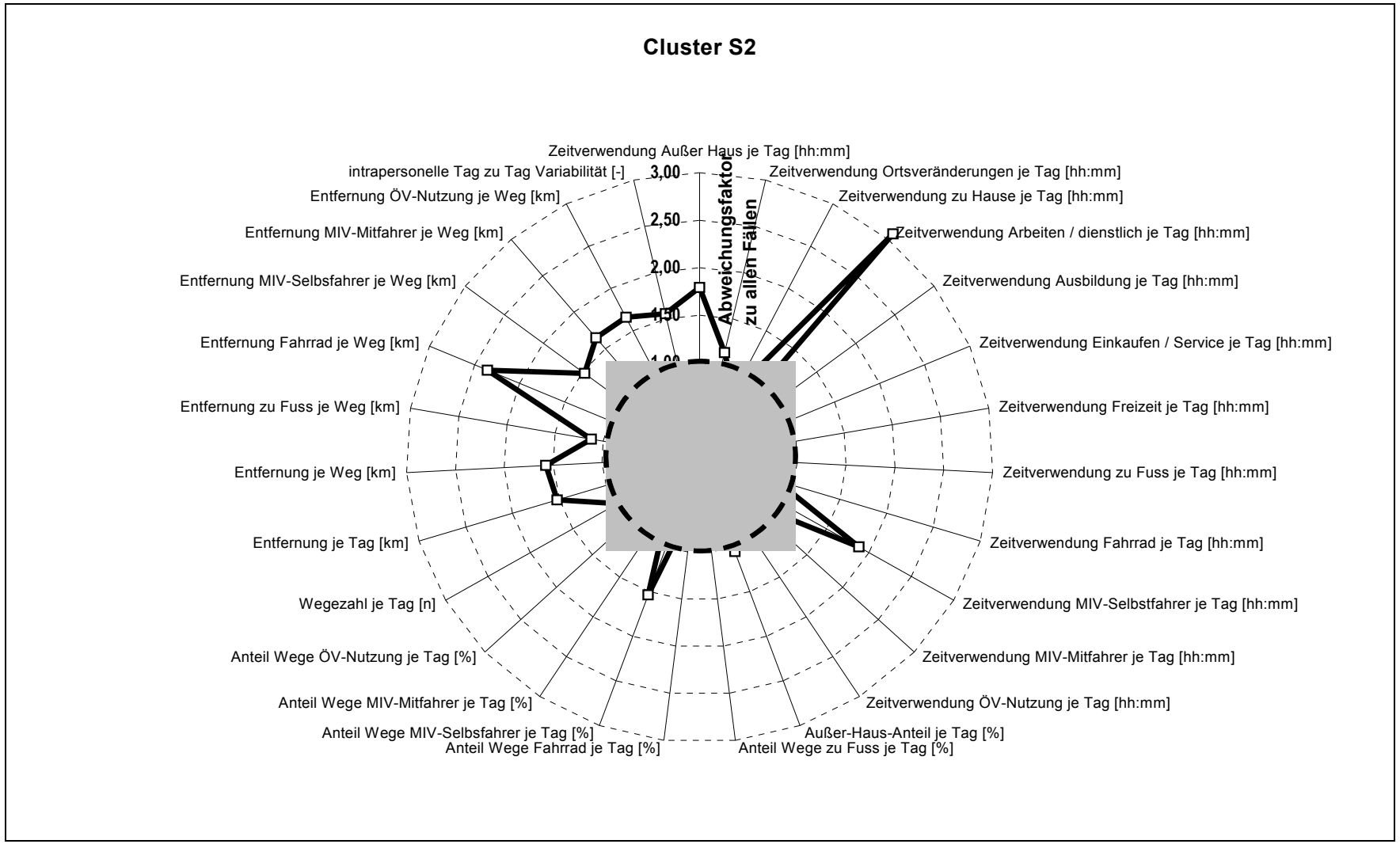

Cluster S2
Abweichungsfaktor zu allen Fällen
3,00
2,50
2,00
1,50
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]

Abbildung G-2: Abweichungen des Cluster S_2 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

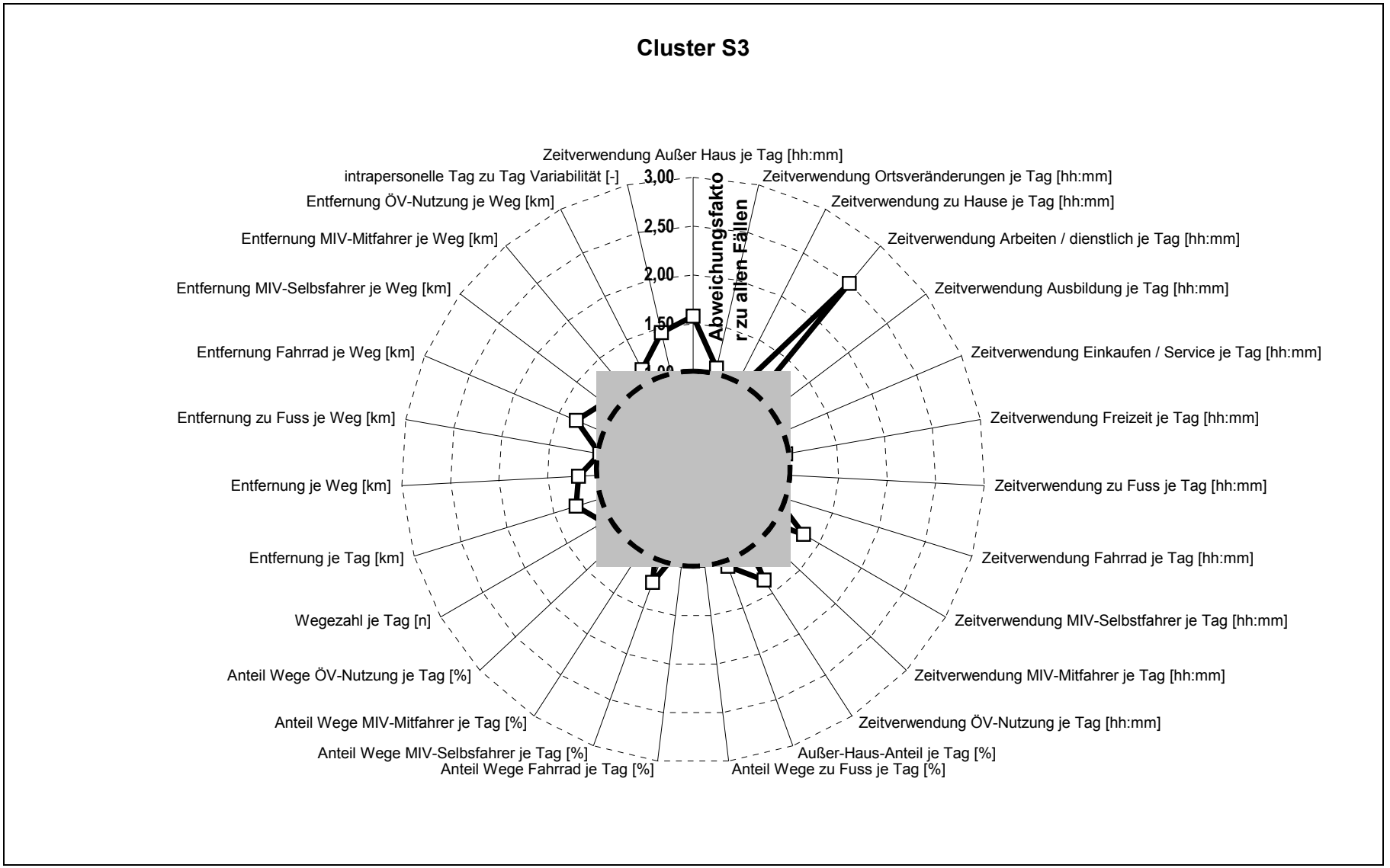

Cluster S3
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]
3,00
2,50
2,00
1,50
Abweichungsfaktor zu allen Fällen

Abbildung G-3: Abweichungen des Cluster S_3 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

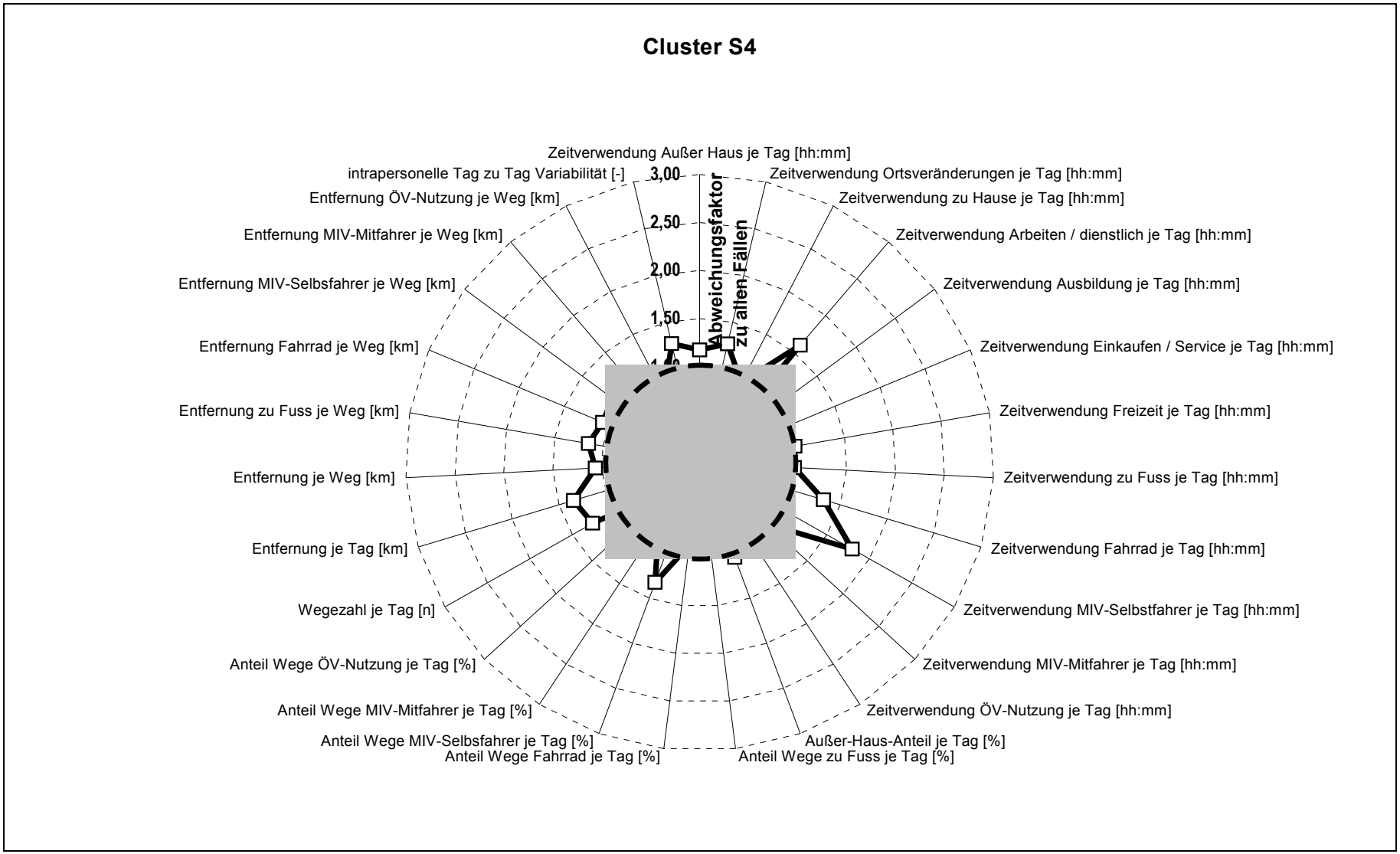

Cluster S4
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]
3,00
2,50
2,00
1,50
Abweichungsfaktor zu allen Fällen

Abbildung G-4: Abweichungen des Cluster S_4 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

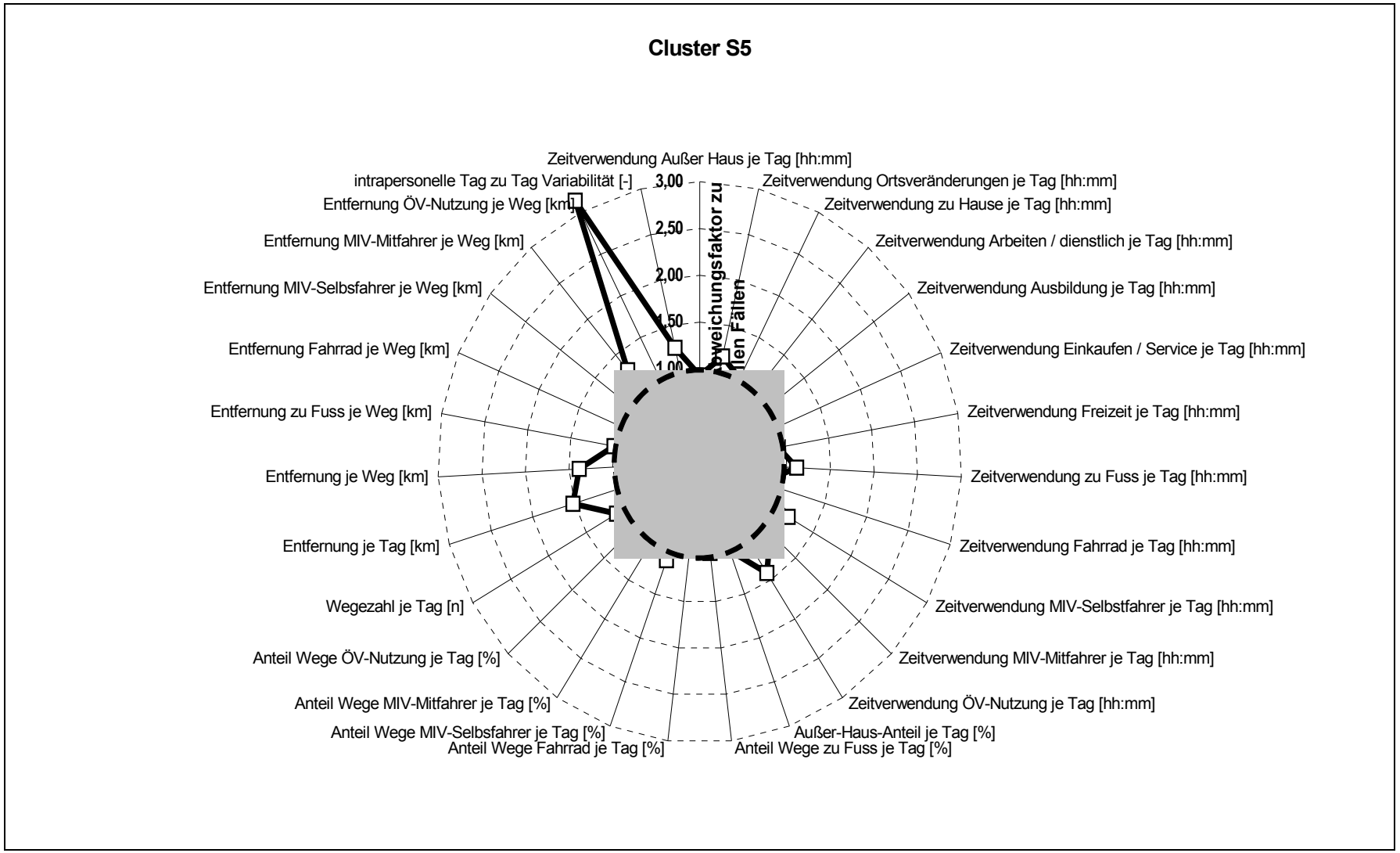

Cluster S5
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
Abweichungsfaktor zu allen Fällen

Abbildung G-5: Abweichungen des Cluster S_5 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

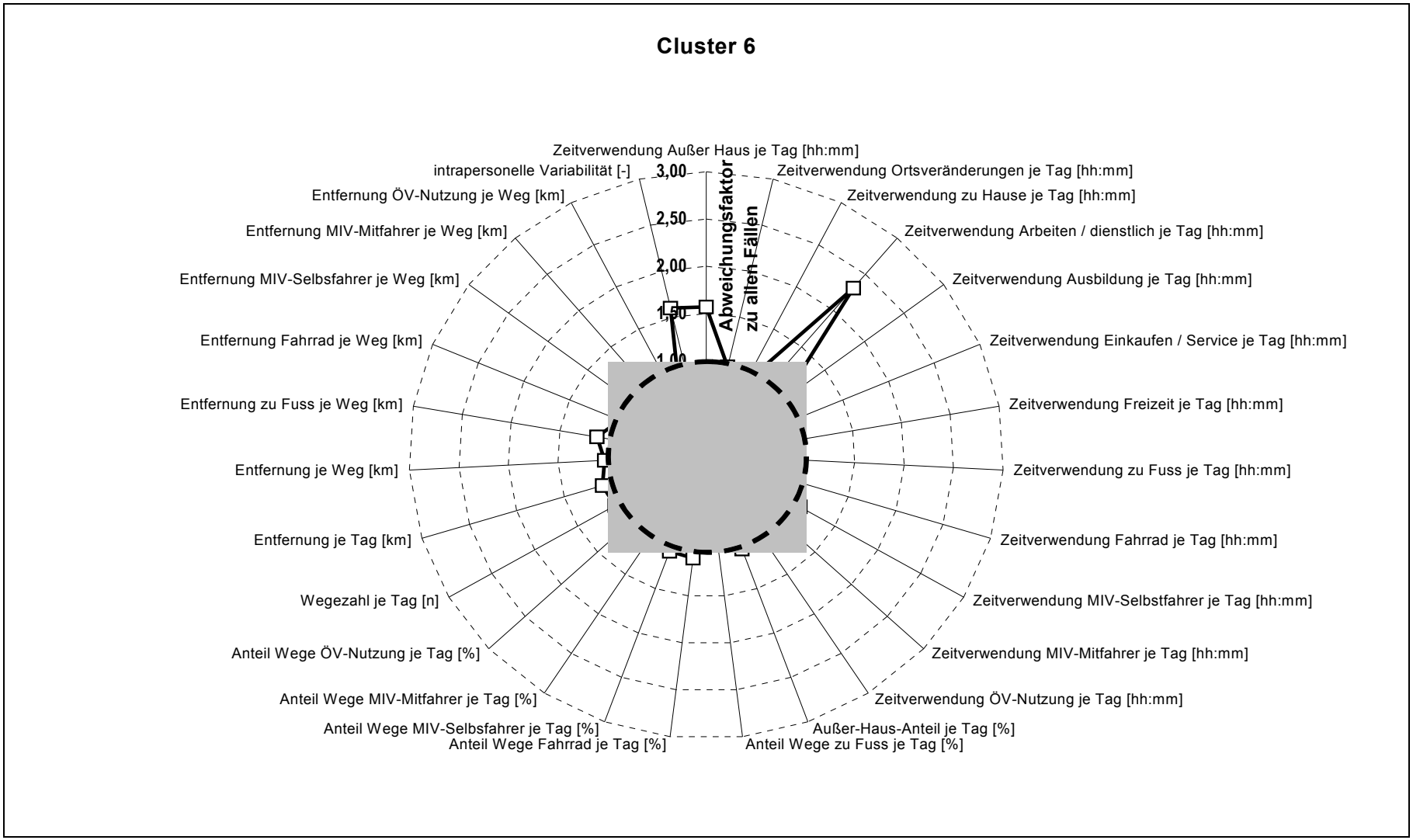

Cluster 6
Abweichungsfaktor zu allen Fällen
3,00
2,50
2,00
1,50
1,00
Zeitverwendung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverwendung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Variabilität [-]

Abbildung G-6: Abweichungen des Cluster S_6 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

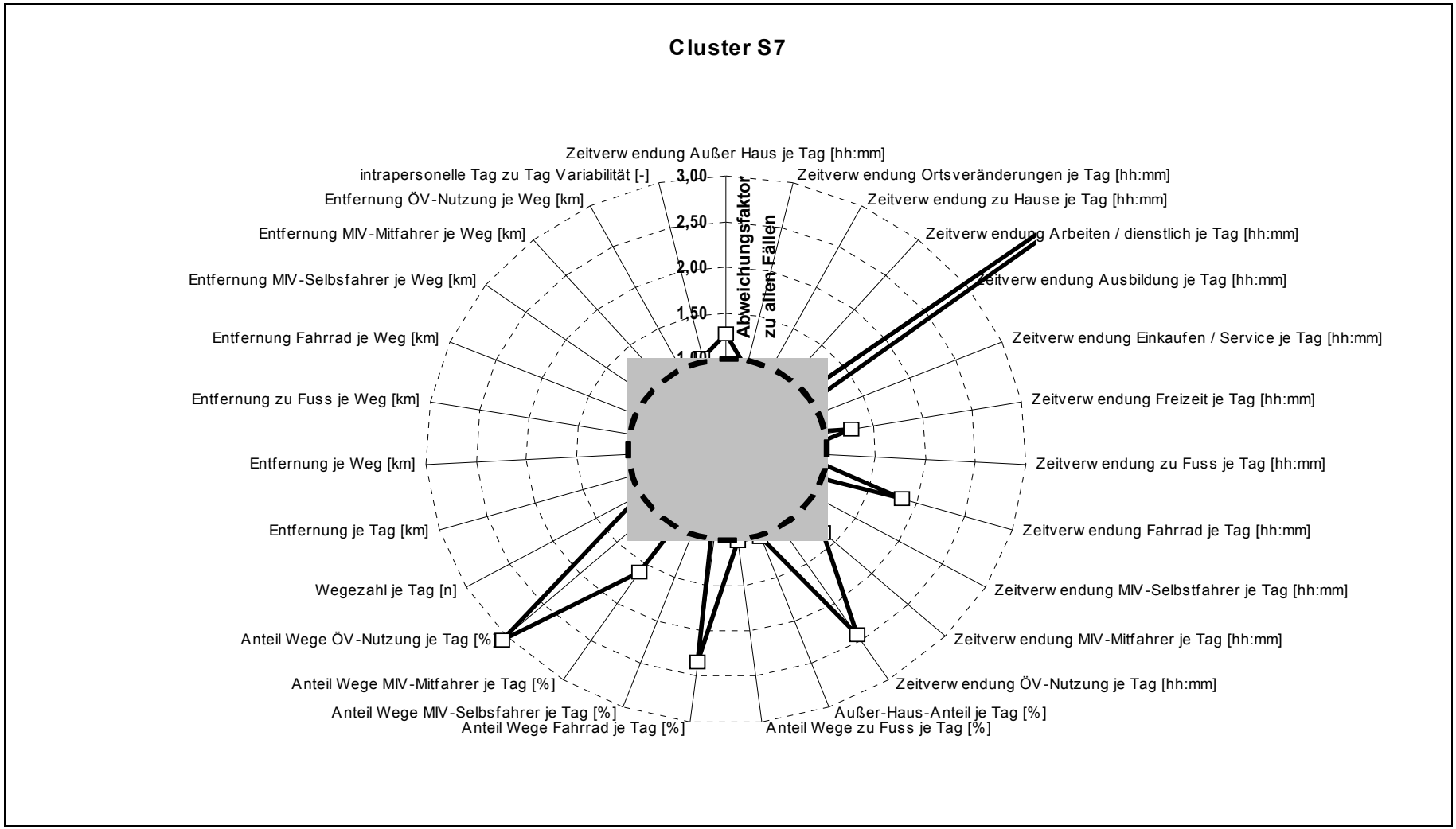

Cluster S7
Abweichungsfaktor zu allen Fällen
3,00
2,50
2,00
1,50
Zeitverw endung Außer Haus je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Ortsveränderungen je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung zu Hause je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Arbeiten / dienstlich je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Ausbildung je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Einkaufen / Service je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Freizeit je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung zu Fuss je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung Fahrrad je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung MIV-Selbstfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung MIV-Mitfahrer je Tag [hh:mm]
Zeitverw endung ÖV-Nutzung je Tag [hh:mm]
Außer-Haus-Anteil je Tag [%]
Anteil Wege zu Fuss je Tag [%]
Anteil Wege Fahrrad je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Selbsfahrer je Tag [%]
Anteil Wege MIV-Mitfahrer je Tag [%]
Anteil Wege ÖV-Nutzung je Tag [%]
Wegezahl je Tag [n]
Entfernung je Tag [km]
Entfernung je Weg [km]
Entfernung zu Fuss je Weg [km]
Entfernung Fahrrad je Weg [km]
Entfernung MIV-Selbsfahrer je Weg [km]
Entfernung MIV-Mitfahrer je Weg [km]
Entfernung ÖV-Nutzung je Weg [km]
intrapersonelle Tag zu Tag Variabilität [-]

Abbildung G-7: Abweichungen des Cluster S_7 im Vergleich zu allen Fällen in den Verhaltenskenngrößen

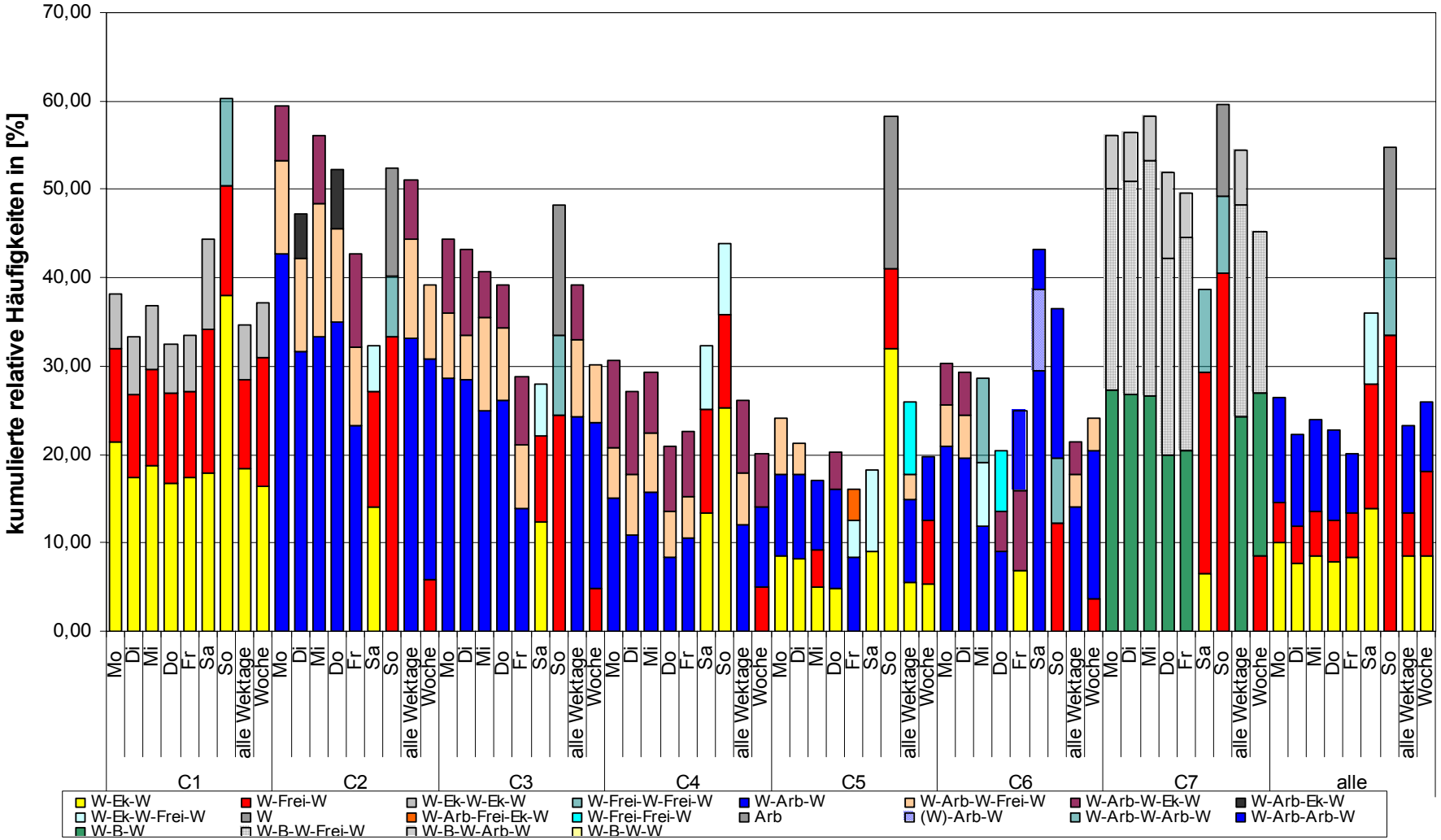


Abbildung G-8: Kenngröße Tagesaktivitätsketten im Wochenverlauf je Cluster und für alle Fälle (kumulierte relative Häufigkeiten der Ketten Rang 1 bis 3)

Einflussfelder	potenzielle Erklärungsgröße	Merkmalswerte der Erklärungsgrößen	Skalen-niveau
Mikroebene der Person:			
Möglichkeiten und Eigenschaften der Person	Geschlecht	- Mann - Frau	nominal
	Alter	- Jahre	metrisch
	Berufstätigkeit	- Vollzeiterwerbstätig - Teilzeiterwerbstätig - Hausfrau, arbeitslos, Rentner (HAR) - in Ausbildung (Schule, Studium, Beruf)	nominal
	Schulabschluss	- Volks / Hauptschule ohne Lehre - Volks / Hauptschule mit Lehre - mittlerer Schulabschluss, mittlere Reife - Abitur, FH, Hochschule - (noch) kein Abschluss	nominal
	Pkw-Verfügbarkeit	- ja, regelmäßig - ja, gelegentlich /nach Absprache - nein	nominal
	Pkw-Führerscheinbesitz	- ja - nein	nominal
	verkehrsrelevante Motorisierung (= Führerschein Pkw, Pkw-Verfügbarkeit) (generierte Variable)	- FS- Besitz und volle Pkw-Verfügbarkeit - Führerscheinbesitz und gelegentliche Pkw-Verfügbarkeit (Pkw im Haushalt) - kein Führerscheinbesitz und Pkw-Verfügbarkeit - keine Pkw-Verfügbarkeit	nominal
	ÖPNV-Zeitkartenbesitz	- ja - nein	nominal
	Besitz Motorrad, Mofa, usw.	- ja - nein	nominal
	Besitz Fahrrad	- ja - nein	nominal
Makroebene der Umwelt:			
soziale Umwelt	Haushaltstyp	- Kleinhaushalt mit Berufstätigen (1-2 Pers.) - Kleinhaushalt ohne Berufstätige (1-2 Personen, Rentner) - Haushalt mit Kindern unter 18 Jahren - Haushalt ohne Kinder, 3 und mehr Erw.	nominal
	Stellung im Familienzyklus (= Alter, Alter der Kinder im Haushalt, Personen im Haushalt) (generierte Variable)	- Kind, Jugendliche - Junge Leute, alleinlebend - Junge Leute, in Familie, WG..... - Elternteil in Familie, Alleinerziehende, Kinder unter 10 - Elternteil in Familie, Alleinerziehende, Kinder über 10 - mittleres Lebensalter, alleinlebend - mittleres Lebensalter, zu zweit - ältere Person in Familie - ältere Person alleinlebend	nominal
	Anzahl der Kinder unter 10 Jahren im Haushalt	- keine - ein - zwei - drei und mehr	metrisch
	Haushaltgröße	- Einpersonenhaushalt - Zweipersonenhaushalt - Dreipersonenhaushalt - Vierpersonenhaushalt - Fünfpersonenhaushalt - Sechs- und Mehrpersonenhaushalt	metrisch

Einflussfelder	potenzielle Erklärungsgröße	Merkmalswerte der Erklärungsgrößen	Skalen-niveau
Makroebene der Umwelt:			
(verkehrs-)-infrastrukturell räumliche Umwelt	Raumtyp (grobe Kategorisierung)	- mehr als 100.000 Einw., Lage im Kern - mehr als 100.000 Einw., Lage am Rand - 20.000 - 100.000 Einw. - 5.000 - 20.000 Einw. - unter 5.000 Einw.	nominal
	Raumtyp (feine Kategorisierung)	- mehr als 500.000 Einw., Wohnung im Ortskern gelegen - mehr als 500.000 Einw., Wohnung am Ortsrand - 100.000 - 500.000 Einw., Wohnung im Ortskern - 100.000 - 500.000 Einw., Wohnung am Ortsrand - 50.000 - 100.000 Einw., Wohnung im Ortskern - 50.000 - 100.000 Einw., Wohnung am Ortsrand - 20.000 - 50.000 Einw. - 5.000 - 20.000 Einw. - 2.000 - 5.000 Einw. - unter 2.000 Einw.	nominal
	Lage Arbeitsplatz	- Im inneren Stadtbereich einer Großstadt (100.000 und mehr Einw.) - Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt - Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt (20.000 - 100.000 - Einw.) - Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt - In einer Kleinstadt / einer großen Gemeinde (5.000 - 20.000 Einw.) - Auf dem Land / in einer kleinen Landgemeinde	nominal
	Lage Wohnung	- Im inneren Stadtbereich einer Großstadt - Am Stadtrand / in einem Vorort einer Großstadt - Im inneren Stadtbereich einer mittelgroßen Stadt - Am Stadtrand / in einem Vorort einer mittelgroßen Stadt - In einer Kleinstadt / in einer großen Gemeinde - auf dem Land / in einer kleinen Landgemeinde	nominal

Einflussfelder	potenzielle Erklärungsgröße	Merkmalswerte der Erklärungsgrößen	Skalen-niveau
Makroebene der Umwelt:			
(verkehrs-)-infrastrukturell räumliche Umwelt	Einkaufsmöglichkeit für den täglichen Bedarf in der näheren Umgebung der Wohnung (1-2 km entfernt bzw. 15-20 Minuten Fußweg)	- ja - nein	nominal
	Einkaufsmöglichkeit für andere Dinge wie z. B. Kleidung in der näheren Umgebung der Wohnung (1-2 km entfernt bzw. 15-20 Minuten Fußweg)	- ja - nein	nominal
	Kneipe / Café oder ähnliches in der näheren Um-gebung der Wohn-ung (1-2 km entfernt bzw. 15-20 Minuten Fußweg)	- ja - nein	nominal
	Ausgehmöglich-keiten (Kino / Theater usw.) in der näheren Umgebung der Wohnung (1-2 km entfernt bzw. 15-20 Minuten Fußweg)	- ja - nein	nominal
	Sportstätten oder ähnliches in der näheren Um-gebung der Wohnung (1-2 km entfernt bzw. 15-20 Minuten Fußweg)	- ja - nein	nominal
	Zufriedenheit mit der Anbindung an öffentliche Verkehrsmittel	- im großen und ganzen zufrieden - sollte verbessert werden	nominal

Kreuztabellenanalyse **Clusterzuordnung** / **Merkmalswerte** (k_1, k_2, ..,) × (S_1 … S_7) **[Anzahl der Merkmalswerte]**	**Anzahl**	**Prozentsatz von Zellen mit erwarteter Häufigkeit kleiner 5 der Kreuztabelle**	**Ziel < 20 %**	**ϕ-Maß**	**Ziel: ϕ>0,3**	**Auswahl relevanter Prädiktoten für die Logit-Analyse**
Mikroebene der Person:						
Möglichkeiten und Eigenschaften der Person						
Geschlecht [2]	2247	0	☑	0,327	☑	☑
Altersklassen [4]	2247	0	☑	0,936	☑	☑
Berufstätigkeit [4]	2237	0	☑	1,224	☑	☑
Schulabschluss [5]	2225	1	☑	0,796	☑	☑
Pkw-Verfügbarkeit [3]	1711	9,5	☑	0,179	☒	☑
Pkw-Führerscheinbesitz [2]	2247	0	☑	0,547	☑	☑
verkehrsrelevante Motorisierung (FS-Pkw und Pkw-Verfügbarkeit) [4]	1711	25	☒	0,194	☒	☒
ÖPNV-Zeitkartenbesitz [2]	1924	0	☑	0,332	☑	☑
Führerschein Motorrad [2]	2247	0	☑	0,198	☒	☒
Besitz Motorrad, Mofa, usw. [2]	2247	7,1	☑	0,141	☒	☒
Besitz Fahrrad [2]	2247	0	☑	0,182	☒	☒
Makroebene der Umwelt:						
soziale Umwelt						
Haushaltstyp [4]	2247	0	☑	0,624	☑	☑
Stellung im Familienzyklus [9] (Alter, Kinder im Haushalt, Personen im HH)	2247	11,1	☑	0,955	☑	☒
Anzahl Kinder unter 10 Jahre im HH [4]	2247	14,3	☑	0,172	☒	☒
Haushaltgröße [6]	2247	11,9	☑	0,450	☑	☒
(verkehrs-)infrastrukturell-räumliche Umwelt						
Raumtyp [10]	2247	18,6	☑	0,186	☒	☒
Raumtyp [5]	2247	2,9	☑	0,136	☒	☑
Lage Arbeitsplatz [6]	1461	2,4	☑	0,220	☒	☒
Lage Wohnung [6]	2246	4,8	☑	0,180	☒	☒
Ausstattung Einkaufsmöglichkeit täglicher Bedarf [2]	2247	7,1	☑	0,039	☒	☒
Ausstattung Einkaufsmöglichkeit weiterer Bedarf [2]	2212	0	☑	0,049	☒	☒
Ausstattung Kneipe / Cafe [2]	2220	0	☑	0,035	☒	☒
Ausstattung Ausgehmöglichkeiten (Kino/Theater) [2]	2204	0	☑	0,082	☒	☒
Ausstattung Sportstätten [2]	2201	0	☑	0,036	☒	☒
Zufriedenheit mit der Anbindung an Öffentliche Verkehrsmittel [2]	2247	0	☑	0,115	☒	☒

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_2**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		5,81	1,20	23,31	0,00					
Alter		0,02	0,01	2,19	0,14	☒	1,0177	0,99	1,04	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,20	0,41	0,24	0,63	☒	1,2196	0,55	2,72	☐
Mann	Frau	-0,95	0,29	10,87	0,00	☑	1/2,57	0,22	0,68	
Führerschein	keinen Führerschein	-0,51	0,47	1,17	0,28	☒	1/1,6649	0,24	1,52	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-6,90	1,03	44,51	0,00	☑	1/100	0,00	0,01	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,90	1,25	5,40	0,02	☑	1/18,08	0,00	0,64	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,16	1,51	2,03	0,15	☒	1/8,6337 0,1158	0,01	2,25	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-4,75	1,08	19,24	0,00	☑	1/115,3362 0,0087	0,00	0,07	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,74	1,31	0,32	0,57	☒	1/2,0959 0,4771	0,04	6,20	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,16	1,51	2,03	0,15	☒	8,6337	0,44	167,62	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-4,01	0,75	28,26	0,00	☑	1/55,0282 0,0182	0,00	0,08	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	2,90	1,25	5,40	0,02	☑	18,0957	1,57	208,05	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	0,74	1,31	0,32	0,57	☒	2,0959	0,16	27,22	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	6,90	1,03	44,51	0,00	☑	995,7736	131,03	7567,24	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	4,01	0,75	28,26	0,00	☑	55,0282	12,56	241,18	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	4,75	1,08	19,24	0,00	☑	115,3362	13,82	962,46	

Legende:	
Bewertung Signifikanz des Logit-Koeffizienten	
signifikant p<0,1	☑
nicht signifikant p>=0,1	☒
Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall des Effektkoeffizienten	
bei signifikantem Effekt	■
bei nicht signifikantem Effekt	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_3**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		4,31	0,71	36,76	0,00					
Alter		0,01	0,01	2,27	0,13	☒	1,0148	1,00	1,03	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz		-0,88	0,28	10,19	0,00	☑	1/2,41	0,24	0,71	
Mann Frau		-0,62	0,22	7,67	0,01	☑	1/1,864	0,35	0,83	
Führerschein keinen Führerschein		-0,86	0,33	6,88	0,01	☑	1/ 2,3746	0,22	0,81	
Vollzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-6,15	0,50	150,07	0,00	☑	1/476	0,00	0,01	
Teilzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-3,44	0,54	40,08	0,00	☑	1/31,06	0,01	0,09	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-3,49	0,66	28,08	0,00	☑	1/32,78	0,01	0,11	
Vollzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		-2,66	0,41	42,59	0,00	☑	1/14,3649 =0,0696	0,03	0,15	
Teilzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		0,05	0,48	0,01	0,91	☒	1,0562	0,41	2,73	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		3,49	0,66	28,08	0,00	☑	32,7878	9,02	119,22	
Vollzeiterwerbstätig Teilzeiterwerbstätig		-2,72	0,32	70,30	0,00	☑	1/15,1720 =0,0659	0,03	0,12	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Teilzeiterwerbstätig		3,44	0,54	40,08	0,00	☑	31,0437	10,72	89,92	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Teilzeiterwerbstätig		-0,05	0,48	0,01	0,91	☒	0,9468	0,37	2,45	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Vollzeiterwerbstätig		6,15	0,50	150,07	0,00	☑	470,9940	175,93	1260,90	
Teilzeiterwerbstätig Vollzeiterwerbstätig		2,72	0,32	70,30	0,00	☑	15,1720	8,03	28,65	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Vollzeiterwerbstätig		2,66	0,41	42,59	0,00	☑	14,3649	6,45	31,98	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_4**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		4,02	0,67	36,15	0,00					
Alter		0,00	0,01	0,17	0,68	☒	1,0043	0,98	1,02	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,09	0,33	0,08	0,78	☒	1,0993	0,57	2,11	☐
Mann	Frau	-0,15	0,26	0,31	0,58	☒	0,8632	0,52	1,45	☐
Führerschein	keinen Führerschein	-0,38	0,35	1,18	0,28	☒	1/1,4662	0,34	1,35	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-4,32	0,43	100,84	0,00	☑	1/75,2 =0,0133	0,01	0,03	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-4,35	0,40	115,89	0,00	☑	1/76,9 =0,0130	0,01	0,03	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,43	0,68	12,57	0,00	☑	1/11,32 =0,0883	0,02	0,34	
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,89	0,53	12,63	0,00	☑	1/6,6242 =0,1510	0,05	0,43	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,92	0,56	11,91	0,00	☑	=1/6,8065 =0,1469	0,05	0,44	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,43	0,68	12,57	0,00	☑	11,3311	2,96	43,36	
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	0,03	0,29	0,01	0,92	☒	1,0275	0,58	1,81	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	4,35	0,40	115,89	0,00	☑	77,1253	34,96	170,13	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	1,92	0,56	11,91	0,00	☑	6,8065	2,29	20,23	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	4,32	0,43	100,84	0,00	☑	75,0596	32,31	174,36	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-0,03	0,29	0,01	0,92	☒	0,9732	0,55	1,71	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	1,89	0,53	12,63	0,00	☑	6,6242	2,33	18,80	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{lk_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_5**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		3,30	0,63	27,21	0,00	☑				
Alter		0,01	0,01	0,75	0,39	☒	1,0090	0,99	1,03	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,48	0,30	2,63	0,11	☒	0,6179	0,35	1,11	☐
Mann	Frau	-0,51	0,26	3,96	0,05	☑	0,5982 =1/1,67	0,36	0,99	
Führerschein	keinen Führerschein	-0,80	0,36	4,84	0,03	☑	1/2,2228	0,22	0,92	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-3,13	0,37	70,62	0,00	☑	0,0437 =1/22,8	0,02	0,09	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-3,28	0,35	88,75	0,00	☑	0,0378 =1/26,45	0,02	0,07	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,42	0,57	17,83	0,00	☑	0,0890 =1/11,23	0,03	0,27	
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,71	0,45	2,49	0,11	☒	0,4915	0,20	1,19	☐
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,86	0,48	3,21	0,07	☑	1/2,3565 =0,4244	0,17	1,08	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,42	0,57	17,83	0,00	☑	11,2400	3,66	34,55	
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	0,15	0,31	0,22	0,64	☒	1,1583	0,63	2,14	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	3,28	0,35	88,75	0,00	☑	26,4868	13,40	52,37	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	0,86	0,48	3,21	0,07	☑	2,3565	0,92	6,02	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	3,13	0,37	70,62	0,00	☑	22,8666	11,02	47,45	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-0,15	0,31	0,22	0,64	☒	0,8633	0,47	1,60	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	0,71	0,45	2,49	0,11	☒	2,0344	0,84	4,92	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{lk_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_6**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		5,07	1,43	12,53	0,00					
Alter		0,04	0,02	3,81	0,05	☑	1,0376	1,00	1,08	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,47	0,48	0,93	0,33	☒	0,6269	0,24	1,62	☐
Mann	Frau	-0,91	0,44	4,22	0,04	☑	0,4016	0,17	0,96	
Führerschein	keinen Führerschein	0,88	0,49	3,24	0,07	☑	2,4015	0,93	6,25	■
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-4,59	1,09	17,71	0,00	☑	0,0101 =1/99	0,00	0,09	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-4,46	1,09	16,83	0,00	☑	0,0116 =1/86,2	0,00	0,10	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,86	1,37	1,84	0,17	☒	0,1552	0,01	2,28	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-2,73	0,80	11,71	0,00	☑	0,0651	0,01	0,31	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-2,60	0,87	8,93	0,00	☑	0,0746	0,01	0,41	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,86	1,37	1,84	0,17	☒	6,4419	0,44	94,81	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-0,14	0,49	0,08	0,78	☒	0,8735	0,33	2,30	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	4,46	1,09	16,83	0,00	☑	86,3835	10,26	727,09	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	2,60	0,87	8,93	0,00	☑	13,4096	2,44	73,61	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	4,59	1,09	17,71	0,00	☑	98,8990	11,64	840,26	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	0,14	0,49	0,08	0,78	☒	1,1449	0,44	3,01	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	2,73	0,80	11,71	0,00	☑	15,3524	3,21	73,38	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{kj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{kj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{kj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_1	**S_7**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		2,38	1,29	3,40	0,07	☑				
Alter		0,07	0,02	9,03	0,00	☑	1,0749	1,03	1,13	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,30	0,28	1,14	0,29	☒	0,7391	0,42	1,29	☐
Mann	Frau	-0,25	0,27	0,87	0,35	☒	0,7775	0,46	1,32	☐
Führerschein	keinen Führerschein	0,67	0,36	3,52	0,06	☑	1,96	0,97	4	■
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,19	0,91	5,78	0,02	☑	1/8,55 =0,1117	0,02	0,67	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,77	1,25	0,38	0,54	☒	0,4627	0,04	5,34	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-4,42	0,94	21,97	0,00	☑	1/82,67 =0,0121	0,00	0,08	
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,22	0,68	10,74	0,00	☑	9,2355	2,44	34,91	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	3,64	1,12	10,68	0,00	☑	38,2555	4,30	340,40	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	4,42	0,94	21,96	0,00	☑	82,6877	13,05	523,98	
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-1,42	1,14	1,54	0,21	☒	0,2414	0,03	2,27	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	0,77	1,25	0,38	0,54	☒	2,1615	0,19	24,95	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-3,64	1,12	10,68	0,00	☑	1/38,2555 =0,0261	0,00	0,23	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	2,19	0,91	5,78	0,02	☑	8,9533	1,50	53,48	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	1,42	1,14	1,54	0,21	☒	4,1422	0,44	38,98	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-2,22	0,68	10,74	0,00	☑	1/9,2355 =0,1083	0,03	0,41	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_2	**S_3**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-1,49	1,23	1,48	0,22	☒				
Alter		0,00	0,01	0,08	0,77	☒	0,9972	0,98	1,02	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-1,08	0,35	9,55	0,00	☑	0,3394 =1/2,946	0,17	0,67	
Mann	Frau	0,32	0,25	1,74	0,19	☒	1,3821	0,85	2,24	☐
Führerschein	keinen Führerschein	-0,36	0,45	0,62	0,43	☒	1/1,4263	0,29	1,69	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	0,75	1,12	0,45	0,50	☒	2,1142	0,24	18,85	☐
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,54	1,33	0,16	0,69	☒	0,5829	0,04	7,97	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,33	1,56	0,73	0,39	☒	0,2633	0,01	5,63	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,08	1,07	3,76	0,05	☑	8,0290	0,98	65,88	■
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	0,79	1,32	0,36	0,55	☒	2,2137	0,17	29,19	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,33	1,56	0,73	0,39	☒	3,7977	0,18	81,17	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	1,29	0,77	2,82	0,09	☑	3,6270	0,81	16,31	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	0,54	1,33	0,16	0,69	☒	1,7155	0,13	23,45	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-0,79	1,32	0,36	0,55	☒	0,4517	0,03	5,96	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-0,75	1,12	0,45	0,50	☒	0,4730	0,05	4,22	☐
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-1,29	0,77	2,82	0,09	☑	1/3,6270 =0,2757	0,06	1,24	■
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-2,08	1,07	3,76	0,05	☑	1/8,0290 =0,1245	0,02	1,02	■

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_2	**S_4**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		-1,79	1,26	2,00	0,16					
Alter		-0,01	0,01	1,16	0,28	☒	0,9868	0,96	1,01	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,10	0,44	0,06	0,81	☒	0,9014	0,38	2,14	☐
Mann	Frau	0,80	0,30	7,01	0,01	☑	2,2241	1,23	4,02	
Führerschein	keinen Führerschein	0,13	0,51	0,06	0,80	☒	1,1354	0,418	3,125	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	2,59	1,09	5,63	0,02	☑	13,2664	1,57	112,34	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,45	1,29	1,26	0,26	☒	0,2346	0,02	2,94	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,27	1,60	0,03	0,86	☒	0,7619	0,03	17,36	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,86	1,14	6,27	0,01	☑	17,4113	1,86	162,93	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,18	1,36	0,75	0,39	☒	0,3079	0,02	4,41	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	0,27	1,59	0,03	0,86	☒	1,3124	0,06	29,90	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	4,03	0,75	28,67	0,00	☑	56,5426	12,91	247,64	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	1,45	1,29	1,26	0,26	☒	4,2621	0,34	53,36	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	1,18	1,36	0,75	0,39	☒	3,2475	0,23	46,46	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-2,59	1,09	5,63	0,02	☑	1/13,2664 0,0754	0,01	0,64	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-4,03	0,75	28,67	0,00	☑	1/56,5426 0,0177	0,00	0,08	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-2,86	1,14	6,27	0,01	☑	1/17,4113 0,0574	0,01	0,54	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_2	**S_5**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-2,51	1,26	3,96	0,05					
Alter		-0,01	0,01	0,45	0,50	☒	0,9914	0,97	1,02	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,68	0,42	2,57	0,11	☒	0,5066	0,22	1,16	☐
Mann	Frau	0,43	0,32	1,88	0,17	☒	1,5413	0,83	2,86	☐
Führerschein	keinen Führerschein	-0,29	0,53	0,30	0,59	☒	1/1,335	0,26	2,13	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	3,77	1,07	12,42	0,00	☑	43,547	5,34	355,17	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,38	1,27	0,09	0,76	☒	0,6832	0,06	8,29	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,26	1,56	0,03	0,87	☒	0,7681	0,04	16,24	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	4,04	1,11	13,28	0,00	☑	56,6931	6,46	497,21	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,12	1,33	0,01	0,93	☒	0,8894	0,07	12,11	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	0,26	1,56	0,03	0,87	☒	1,3019	0,06	27,53	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	4,15	0,77	29,40	0,00	☑	63,7402	14,19	286,22	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	0,38	1,27	0,09	0,76	☒	1,4637	0,12	17,77	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	0,12	1,33	0,01	0,93	☒	1,1243	0,08	15,30	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-3,77	1,07	12,42	0,00	☑	1/43,547 =0,0230	0,00	0,19	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-4,15	0,77	29,40	0,00	☑	1/63,7402 =0,0157	0,00	0,07	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-4,04	1,11	13,28	0,00	☑	1/56,6931 =0,0176	0,00	0,15	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_2	**S_6**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		-0,74	1,78	0,17	0,68					
Alter		0,02	0,02	0,95	0,33	☒	1,0196	0,98	1,06	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,67	0,56	1,43	0,23	☒	0,5141	0,17	1,53	☐
Mann	Frau	0,03	0,47	0,01	0,94	☒	1,0348	0,41	2,60	☐
Führerschein	keinen Führerschein	1,39	0,59	5,49	0,02	☑	4,000	1,25	12,5	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	2,31	1,48	2,42	0,12	☒	10,0686	0,55	184,34	☐
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,56	1,64	0,91	0,34	☒	0,2095	0,01	5,18	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	0,29	1,99	0,02	0,88	☒	1,3402	0,03	65,91	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,02	1,28	2,50	0,11	☒	7,5126	0,62	91,67	☐
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,86	1,51	1,51	0,22	☒	0,1563	0,01	3,00	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,29	1,99	0,02	0,88	☒	0,7461	0,02	36,70	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	3,87	0,86	20,50	0,00	☑	48,0645	8,99	257,01	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	1,56	1,64	0,91	0,34	☒	4,7737	0,19	118,11	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	1,86	1,51	1,51	0,22	☒	6,3979	0,33	122,91	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-2,31	1,48	2,42	0,12	☒	0,0993	0,01	1,82	☐
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-3,87	0,86	20,50	0,00	☑	=1/48,0645 0,0208	0,00	0,11	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-2,02	1,28	2,50	0,11	☒	0,1331	0,01	1,62	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_2	**S_7**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-3,42	1,72	3,96	0,05	☑				
Alter		0,05	0,03	4,56	0,03	☑	1,0562	1,00	1,11	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,50	0,44	1,29	0,26	☒	0,6061	0,26	1,44	☐
Mann	Frau	0,69	0,35	4,00	0,05	☑	2,0035	1,01	3,96	
Führerschein	keinen Führerschein	1,18	0,54	4,84	0,03	☑	3,2637	1,14	9,10	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	4,71	1,37	11,91	0,00	☑	111,2189	7,66	1615,72	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	2,12	1,75	1,47	0,23	☒	8,3720	0,27	260,39	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,26	1,75	1,67	0,20	☒	0,1044	0,00	3,21	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	6,97	1,22	32,79	0,00	☑	1065,1833	98,01	11576,19	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	4,38	1,68	6,82	0,01	☑	80,1815	2,99	2153,35	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,26	1,75	1,67	0,20	☒	9,5774	0,31	294,32	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	2,59	1,34	3,71	0,05	☑	13,2847	0,96	184,59	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	-2,12	1,75	1,47	0,23	☒	0,1194	0,00	3,72	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-4,38	1,68	6,82	0,01	☑	1/80,1815 =0,0125	0,00	0,33	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-4,71	1,37	11,91	0,00	☑	1/111,2189 =0,0090	0,00	0,13	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-2,59	1,34	3,71	0,05	☑	=1/13,2847 0,0753	0,01	1,05	■
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-6,97	1,22	32,79	0,00	☑	0,0009	0,00	0,01	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_3	**S_4**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-0,29	0,81	0,13	0,72	☒				
Alter		-0,01	0,01	0,99	0,32	☒	0,9896	0,97	1,01	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,98	0,32	9,08	0,00	☑	2,6560	1,41	5,01	
Mann	Frau	0,48	0,25	3,66	0,06	☑	1,6092	0,99	2,62	■
Führerschein	keinen Führerschein	0,48	0,39	1,49	0,22	☒	1,6194	0,75	3,57	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,84	0,61	9,12	0,00	☑	6,2749	1,91	20,67	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,91	0,64	2,04	0,15	☒	0,4025	0,12	1,40	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,06	0,83	1,62	0,20	☒	2,8936	0,56	14,84	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	0,77	0,55	2,00	0,16	☒	2,1685	0,74	6,33	☐
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,97	0,61	10,47	0,00	☑	1/7,1889 =0,1391	0,04	0,46	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,06	0,83	1,62	0,20	☒	0,3456	0,07	1,77	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	2,75	0,33	71,42	0,00	☑	15,5895	8,24	29,48	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	0,91	0,64	2,04	0,15	☒	2,4844	0,71	8,66	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	1,97	0,61	10,47	0,00	☑	7,1889	2,18	23,75	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-1,84	0,61	9,12	0,00	☑	1/6,2749 =0,1594	0,05	0,52	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-2,75	0,33	71,42	0,00	☑	1/15,5895 =0,0641	0,03	0,12	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-0,77	0,55	2,00	0,16	☒	0,4611	0,16	1,35	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{kj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{kj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{kj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_3	**S_5**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-1,02	0,81	1,58	0,21	☒				
Alter		-0,01	0,01	0,27	0,60	☒	0,9943	0,97	1,02	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,40	0,30	1,79	0,18	☒	1,4928	0,83	2,69	☐
Mann	Frau	0,11	0,26	0,17	0,68	☒	1,1152	0,67	1,86	☐
Führerschein	keinen Führerschein	0,07	0,41	0,03	0,87	☒	1,0683	0,48	2,38	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	3,03	0,57	27,99	0,00	☑	20,5974	6,72	63,18	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	0,16	0,60	0,07	0,79	☒	1,1720	0,36	3,83	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,07	0,75	2,02	0,16	☒	2,9171	0,67	12,77	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,95	0,47	17,48	0,00	☑	7,0610	2,82	17,65	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,91	0,54	2,83	0,09	☑	1/2,4889 =0,4018	0,14	1,16	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,07	0,75	2,02	0,16	☒	0,3428	0,08	1,50	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	2,87	0,35	66,90	0,00	☑	17,5740	8,84	34,93	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	-0,16	0,60	0,07	0,79	☒	0,8532	0,26	2,78	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	0,91	0,54	2,83	0,09	☑	2,4889	0,86	7,20	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-3,03	0,57	27,99	0,00	☑	1/20,5974 =0,0485	0,02	0,15	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-2,87	0,35	66,90	0,00	☑	1/17,5740 =0,0569	0,03	0,11	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-1,95	0,47	17,48	0,00	☑	1/7,0610 =0,1416	0,06	0,35	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_3	**S_6**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		0,76	1,50	0,26	0,61	☒				
Alter		0,02	0,02	1,40	0,24	☒	1,0225	0,99	1,06	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,42	0,47	0,77	0,38	☒	1,5147	0,60	3,83	☐
Mann	Frau	-0,29	0,44	0,44	0,51	☒	0,7487	0,32	1,76	☐
Führerschein	keinen Führerschein	1,74	0,50	12,08	0,00	☑	5,7012	2,13	14,29	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,56	1,18	1,76	0,18	☒	4,7624	0,48	47,66	☐
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,02	1,19	0,74	0,39	☒	0,3594	0,03	3,72	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,63	1,45	1,26	0,26	☒	5,0898	0,30	87,52	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,07	0,80	0,01	0,93	☒	0,9357	0,20	4,45	☐
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-2,65	0,90	8,71	0,00	☑	1/14,1630 =0,0706	0,01	0,41	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-1,63	1,45	1,26	0,26	☒	0,1965	0,01	3,38	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	2,58	0,52	25,02	0,00	☑	13,2520	4,81	36,48	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	1,02	1,19	0,74	0,39	☒	2,7826	0,27	28,82	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	2,65	0,90	8,71	0,00	☑	14,1630	2,44	82,33	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-1,56	1,18	1,76	0,18	☒	0,2100	0,02	2,10	☐
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-2,58	0,52	25,02	0,00	☑	1/13,2520 =0,0755	0,03	0,21	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	0,07	0,80	0,01	0,93	☒	1,0687	0,22	5,08	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_3	**S_7**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-1,93	1,42	1,85	0,17	☒				
Alter		0,06	0,02	5,46	0,02	☑	1,0592	1,01	1,11	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz		0,58	0,32	3,33	0,07	☑	1,7858	0,96	3,33	■
Mann Frau		0,37	0,29	1,63	0,20	☒	1,4496	0,82	2,56	☐
Führerschein keinen Führerschein		1,54	0,40	14,46	0,00	☑	4,665	2,13	10,0	
Vollzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		3,96	1,02	15,05	0,00	☑	52,6057	7,11	389,48	
Teilzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		2,66	1,35	3,91	0,05	☑	14,3624	1,02	201,69	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-0,93	1,09	0,72	0,40	☒	0,3965	0,05	3,38	☐
Vollzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		4,89	0,69	50,04	0,00	☑	132,6664	34,25	513,92	
Teilzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		3,59	1,16	9,64	0,00	☑	36,2204	3,76	349,00	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		0,93	1,09	0,72	0,40	☒	2,5219	0,30	21,47	☐
Vollzeiterwerbstätig Teilzeiterwerbstätig		1,30	1,16	1,26	0,26	☒	3,6628	0,38	35,31	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Teilzeiterwerbstätig		-2,66	1,35	3,91	0,05	☑	1/14,3624 =0,0696	0,00	0,98	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Teilzeiterwerbstätig		-3,59	1,16	9,64	0,00	☑	1/36,2204 =0,0276	0,00	0,27	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Vollzeiterwerbstätig		-3,96	1,02	15,05	0,00	☑	1/52,6057 =0,0190	0,00	0,14	
Teilzeiterwerbstätig Vollzeiterwerbstätig		-1,30	1,16	1,26	0,26	☒	0,2730	0,03	2,63	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Vollzeiterwerbstätig		-4,89	0,69	50,04	0,00	☑	1/132,6664 =0,0075	0,00	0,03	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_4	**S_5**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-0,72	0,78	0,85	0,36	☒				
Alter		0,00	0,01	0,16	0,69	☒	1,0047	0,98	1,03	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,58	0,36	2,63	0,11	☒	0,5620	0,28	1,13	☐
Mann	Frau	-0,37	0,30	1,53	0,22	☒	0,6930	0,39	1,24	☐
Führerschein	keinen Führerschein	-0,42	0,44	0,90	0,34	☒	1/1,5160	0,28	1,56	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,19	0,51	5,43	0,02	☑	3,2825	1,21	8,92	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	1,07	0,49	4,83	0,03	☑	2,9118	1,12	7,56	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	0,01	0,78	0,00	0,99	☒	1,0081	0,22	4,68	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,18	0,59	4,04	0,04	☑	3,2561	1,03	10,29	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,06	0,62	2,96	0,09	☑	2,8884	0,86	9,68	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,01	0,78	0,00	0,99	☒	0,9920	0,21	4,60	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	0,12	0,32	0,14	0,71	☒	1,1273	0,60	2,11	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	-1,07	0,49	4,83	0,03	☑	1/2,9118 =0,3434	0,13	0,89	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-1,06	0,62	2,96	0,09	☑	1/2,8884 =0,3462	0,10	1,16	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-1,19	0,51	5,43	0,02	☑	1/3,2825 =0,3046	0,11	0,83	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	-0,12	0,32	0,14	0,71	☒	0,8871	0,47	1,66	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-1,18	0,59	4,04	0,04	☑	1/3,2561 =0,3071	0,10	0,97	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_4	**S_6**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		1,05	1,49	0,50	0,48	☒				
Alter		0,03	0,02	2,84	0,09	☑	1,0332	0,99	1,07	■
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,56	0,52	1,19	0,28	☒	0,5703	0,21	1,57	☐
Mann	Frau	-0,77	0,46	2,77	0,10	☑	0,4652 =1/2,15	0,19	1,15	■
Führerschein	keinen Führerschein	1,26	0,53	5,75	0,02	☑	3,52	1,27	10	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,28	1,15	0,06	0,81	☒	0,7590	0,08	7,18	☐
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-0,11	1,14	0,01	0,92	☒	0,8928	0,10	8,32	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	0,56	1,47	0,15	0,70	☒	1,7590	0,10	31,25	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,84	0,87	0,92	0,34	☒	0,4315	0,08	2,39	☐
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,68	0,94	0,52	0,47	☒	0,5076	0,08	3,21	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	-0,56	1,47	0,15	0,70	☒	0,5685	0,03	10,10	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-0,16	0,50	0,11	0,74	☒	0,8501	0,32	2,24	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	0,11	1,14	0,01	0,92	☒	1,1200	0,12	10,44	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	0,68	0,94	0,52	0,47	☒	1,9701	0,31	12,45	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	0,28	1,15	0,06	0,81	☒	1,3176	0,14	12,46	☐
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	0,16	0,50	0,11	0,74	☒	1,1764	0,45	3,11	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	0,84	0,87	0,92	0,34	☒	2,3176	0,42	12,85	☐

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{lk_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{lk_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_4	**S_7**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		-1,63	1,41	1,34	0,25	☒				
Alter		0,07	0,03	7,31	0,01	☑	1,0703	1,02	1,12	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	-0,40	0,38	1,12	0,29	☒	0,6724	0,32	1,40	☐
Mann	Frau	-0,10	0,33	0,10	0,75	☒	0,9008	0,47	1,71	☐
Führerschein	keinen Führerschein	1,06	0,45	5,58	0,02	☑	2,874	1,19	7,14	
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	2,13	0,99	4,65	0,03	☑	8,3835	1,21	57,94	
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	3,57	1,30	7,56	0,01	☑	35,6820	2,79	456,49	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-1,99	1,11	3,20	0,07	☑	0,1370 1/ 7,3	0,02	1,21	■
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	4,11	0,78	27,82	0,00	☑	61,1775	13,26	282,19	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	5,56	1,19	21,97	0,00	☑	260,3859	25,44	2664,91	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	1,99	1,11	3,20	0,07	☑	7,2974	0,83	64,48	■
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-1,45	1,15	1,59	0,21	☒	0,2349	0,02	2,22	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	-3,57	1,30	7,56	0,01	☑	1/35,6820 =0,0280	0,00	0,36	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-5,56	1,19	21,97	0,00	☑	1/260,3859 =0,0038	0,00	0,04	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-2,13	0,99	4,65	0,03	☑	1/8,3835 =0,1193	0,02	0,82	
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	1,45	1,15	1,59	0,21	☒	4,2562	0,45	40,30	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-4,11	0,78	27,82	0,00	☑	1/61,1775 =0,0163	0,00	0,08	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ik_j}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ik_j})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_5	**S_6**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		1,78	1,49	1,42	0,23	☒				
Alter		0,03	0,02	2,01	0,16	☒	1,0284	0,99	1,07	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz		0,01	0,50	0,00	0,98	☒	1,0147	0,38	2,71	☐
Mann Frau		-0,40	0,46	0,74	0,39	☒	0,6713	0,27	1,67	☐
Führerschein keinen Führerschein		1,67	0,55	9,39	0,00	☑	5,34	1,82	16,66	
Vollzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-1,46	1,13	1,69	0,19	☒	0,2312	0,03	2,11	☐
Teilzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-1,18	1,12	1,11	0,29	☒	0,3066	0,03	2,76	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		0,56	1,43	0,15	0,70	☒	1,7448	0,11	28,60	☐
Vollzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		-2,02	0,83	5,87	0,02	☑	=1/7,5464 0,1325	0,03	0,68	
Teilzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		-1,74	0,91	3,69	0,05	☑	=1/5,6905 0,1757	0,03	1,04	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		-0,56	1,43	0,15	0,70	☒	0,5731	0,03	9,40	☐
Vollzeiterwerbstätig Teilzeiterwerbstätig		-0,28	0,51	0,30	0,58	☒	0,7541	0,28	2,05	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Teilzeiterwerbstätig		1,18	1,12	1,11	0,29	☒	3,2614	0,36	29,35	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Teilzeiterwerbstätig		1,74	0,91	3,69	0,05	☑	5,6905	0,97	33,55	■
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Vollzeiterwerbstätig		1,46	1,13	1,69	0,19	☒	4,3250	0,47	39,42	☐
Teilzeiterwerbstätig Vollzeiterwerbstätig		0,28	0,51	0,30	0,58	☒	1,3261	0,49	3,61	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Vollzeiterwerbstätig		2,02	0,83	5,87	0,02	☑	7,5464	1,47	38,72	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_5	**S_7**							Unter-grenze	Ober-grenze	
Konstanter Term		-0,91	1,39	0,43	0,51	☒				
Alter		0,06	0,03	6,36	0,01	☑	1,0653	1,01	1,12	
ÖPNV-Zeitkartenbesitz keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz		0,18	0,34	0,28	0,60	☒	1,1963	0,62	2,32	☐
Mann Frau		0,26	0,32	0,69	0,41	☒	1,2998	0,70	2,42	☐
Führerschein keinen Führerschein		1,47	0,44	11,38	0,00	☑	4,3572	1,85	10	
Vollzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		0,94	0,96	0,95	0,33	☒	2,5540	0,39	16,81	☐
Teilzeiterwerbstätig Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		2,51	1,28	3,81	0,05	☑	12,2541	0,99	151,58	■
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)		-2,00	1,04	3,65	0,06	☑	0,1359 =1/7,358	0,02	1,05	■
Vollzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		2,93	0,72	16,38	0,00	☑	18,7886	4,54	77,78	
Teilzeiterwerbstätig Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		4,50	1,15	15,26	0,00	☑	90,1482	9,42	862,65	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Schüler, Studierende, in Berufsausbildung		2,00	1,04	3,65	0,06	☑	7,3566	0,95	56,97	■
Vollzeiterwerbstätig Teilzeiterwerbstätig		-1,57	1,15	1,85	0,17	☒	0,2084	0,02	2,00	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Teilzeiterwerbstätig		-2,51	1,28	3,81	0,05	☑	1/12,2541 =0,0816	0,01	1,01	■
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Teilzeiterwerbstätig		-4,50	1,15	15,26	0,00	☑	1/90,1482 =0,0111	0,00	0,11	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in) Vollzeiterwerbstätig		-0,94	0,96	0,95	0,33	☒	0,3915	0,06	2,58	☐
Teilzeiterwerbstätig Vollzeiterwerbstätig		1,57	1,15	1,85	0,17	☒	4,7980	0,50	45,97	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung Vollzeiterwerbstätig		-2,93	0,72	16,38	0,00	☑	1/18,7886 =0,0532	0,01	0,22	

Alternativ-kategorie	Referenz-kategorie	Logit-Koeffizient b_{ikj}	Standardfehler	Wald	Signifikanz	Bewertung Signifikanz	Effektkoeffizient (exp b_{ikj})	95% Konfidenzintervall für Effektkoeffizient (exp b_{ikj})		Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall
Cluster										
S_6	**S_7**							Untergrenze	Obergrenze	
Konstanter Term		-2,69	1,89	2,02	0,15	☒				
Alter		0,04	0,03	1,43	0,23	☒	1,0359	0,98	1,10	☐
ÖPNV-Zeitkartenbesitz	keinen ÖPNV-Zeitkartenbesitz	0,16	0,50	0,11	0,74	☒	1,1790	0,44	3,17	☐
Mann	Frau	0,66	0,48	1,93	0,16	☒	1,9362	0,76	4,91	☐
Führerschein	keinen Führerschein	-0,20	0,56	0,13	0,71	☒	1/1,2251	0,28	2,44	☐
Vollzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	2,40	1,40	2,93	0,09	☑	11,0461	0,70	173,23	■
Teilzeiterwerbstätig	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	3,69	1,64	5,04	0,02	☑	39,9654	1,60	1000,41	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	-2,55	1,63	2,45	0,12	☒	0,0779	0,00	1,91	☐
Vollzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	4,95	0,98	25,52	0,00	☑	141,7869	20,74	969,08	
Teilzeiterwerbstätig	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	6,24	1,36	21,00	0,00	☑	512,9917	35,57	7399,01	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	2,55	1,63	2,45	0,12	☒	12,8359	0,52	314,46	☐
Vollzeiterwerbstätig	Teilzeiterwerbstätig	-1,29	1,21	1,13	0,29	☒	0,2764	0,03	2,96	☐
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Teilzeiterwerbstätig	-3,69	1,64	5,04	0,02	☑	1/39,9654 =0,0250	0,00	0,63	
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Teilzeiterwerbstätig	-6,24	1,36	21,00	0,00	☑	1/512,9917 =0,0019	0,00	0,03	
Hausfrau (-mann), arbeitslos, Rentner(in)	Vollzeiterwerbstätig	-2,40	1,40	2,93	0,09	☑	1/11,0461 =0,0905	0,01	1,42	■
Teilzeiterwerbstätig	Vollzeiterwerbstätig	1,29	1,21	1,13	0,29	☒	3,6180	0,34	38,76	☐
Schüler, Studierende, in Berufsausbildung	Vollzeiterwerbstätig	-4,95	0,98	25,52	0,00	☑	1/141,7869 =0,0071	0,00	0,05	

Cluster S_i		Alter	Geschlecht		ÖPNV-Zeitkarten-besitz		Fahr-erlaubnis		Erwerbsstatus															
Alternativkategorie	Referenzkategorie	Alterseffekt	Mann	Frau	Besitz einer ÖPNV-Zeitkarte	Fehlen einer ÖPNV-Zeitkarte	Besitz einer Pkw-Fahrerlaubnis	Fehlen einer Pkw-Fahrerlaubnis	voll berufstätig	teilweise berufstätig	in Ausbildung	HAR	voll berufstätig	teilweise berufstätig	in Ausbildung	HAR	voll berufstätig	teilweise berufstätig	in Ausbildung	HAR	voll berufstätig	teilweise berufstätig	in Ausbildung	HAR
S_1	S_2	steigt	1 /2,57	r	steigt	r	sinkt	r	0,0010	0,06	sinkt	r	0,01	sinkt	r	steigt	0,02	r	steigt	18,10	r	55,03	115,34	995,77
S_1	S_3	steigt	1/1,86	r	1/2,41	r	1/2,37	r	0,0021	0,03	0,03	r	0,07	steigt	r	32,79	0,07	r	sinkt	31,04	r	15,17	14,36	470,99
S_1	S_4	steigt	sinkt	r	neutral	r	sinkt	r	0,01	0,01	0,09	r	0,15	0,15	r	11,33	steigt	r	6,81	77,13	r	sinkt	6,62	75,06
S_1	S_5	steigt	1 /1,67	r	sinkt	r	1 /2,22	r	0,04	0,04	0,09	r	sinkt	0,42	r	11,24	steigt	r	2,36	26,49	r	sinkt	steigt	22,87
S_1	S_6	1,0376	1 /2,40	r	sinkt	r	2,49	r	0,01	0,01	sinkt	r	0,07	0,07	r	steigt	sinkt	r	13,41	86,38	r	steigt	15,35	98,90
S_1	S_7	1,0754	sinkt	r	sinkt	r	1,96	r	0,12	sinkt	0,02	r	9,24	38,26	r	82,69	sinkt	r	0,03	steigt	r	steigt	0,11	8,95
S_2	S_3	sinkt	steigt	r	1/ 2,95	r	sinkt	r	steigt	sinkt	sinkt	r	8,03	steigt	r	steigt	3,63	r	sinkt	steigt	r	0,28	0,12	sinkt
S_2	S_4	sinkt	2,22	r	sinkt	r	steigt	r	13,27	sinkt	sinkt	r	17,41	sinkt	r	steigt	56,54	r	steigt	steigt	r	0,02	0,06	0,08
S_2	S_5	sinkt	steigt	r	sinkt	r	sinkt	r	43,55	sinkt	sinkt	r	56,69	sinkt	r	steigt	63,74	r	steigt	steigt	r	0,02	0,02	0,02
S_2	S_6	steigt	steigt	r	sinkt	r	4,00	r	steigt	sinkt	steigt	r	steigt	sinkt	r	sinkt	48,06	r	steigt	steigt	r	0,02	sinkt	sinkt
S_2	S_7	1,0045	2,00	r	sinkt	r	3,26	r	11,21	steigt	sinkt	r	1065,18	80,18	r	steigt	13,28	r	0,01	sinkt	r	0,08	0,00	0,01
S_3	S_4	sinkt	1,61	r	2,65	r	steigt	r	6,27	sinkt	steigt	r	steigt	0,14	r	sinkt	15,59	r	7,19	steigt	r	0,06	sinkt	0,16
S_3	S_5	sinkt	steigt	r	steigt	r	steigt	r	20,59	steigt	steigt	r	7,06	0,40	r	sinkt	17,57	r	2,49	sinkt	r	0,06	0,14	0,05
S_3	S_6	steigt	sinkt	r	steigt	r	5,7	r	steigt	sinkt	steigt	r	sinkt	0,07	r	sinkt	13,25	r	14,16	steigt	r	0,08	steigt	sinkt
S_3	S_7	1,0592	steigt	r	1,79	r	4,67	r	52,61	14,36	sinkt	r	132,67	36,22	r	steigt	steigt	r	0,03	0,07	r	sinkt	0,01	0,02
S_4	S_5	steigt	sinkt	r	sinkt	r	sinkt	r	3,28	2,91	steigt	r	3,26	2,89	r	neutral	steigt	r	0,35	0,34	r	sinkt	0,31	0,30
S_4	S_6	1,0332	1 /2,15	r	sinkt	r	3,52	r	sinkt	sinkt	steigt	r	sinkt	sinkt	r	sinkt	sinkt	r	steigt	steigt	r	steigt	steigt	steigt
S_4	S_7	1,0703	sinkt	r	sinkt	r	2,87	r	8,36	35,68	0,14	r	61,18	260,39	r	7,30	sinkt	r	0,00	0,03	r	steigt	0,02	0,12
S_5	S_6	steigt	sinkt	r	steigt	r	5,34	r	sinkt	sinkt	steigt	r	0,13	0,18	r	sinkt	sinkt	r	5,69	steigt	r	steigt	7,55	steigt
S_5	S_7	1,0653	steigt	r	steigt	r	4,36	r	steigt	12,25	0,14	r	18,79	90,15	r	7,36	sinkt	r	0,01	0,08	r	steigt	0,05	sinkt
S_6	S_7	steigt	steigt	r	steigt	r	sinkt	r	11,05	39,97	sinkt	r	141,79	512,99	r	steigt	sinkt	r	0,00	0,03	r	steigt	0,01	0,09

r: Referenzkategorie

Bei Vorzeichenwechsel im Konfidenzintervall ist der Effektkoeffizient grau markiert.